

Jost Weyer

**Quellentexte zur Geschichte der Chemie**

Band 2, II

19. und 20. Jahrhundert

Quellentexte in der Originalsprache

Hamburg 2018



## Vorwort zu Band 2,II

Die in diesem Band zusammengetragenen Quellentexte zur Geschichte der Chemie in der Originalsprache sind als eine Ergänzung zu der zweibändigen Geschichte der Chemie gedacht, die 2018 im Springer-Verlag erschienen ist. Bei dieser Art von Quellentexten erfährt der Leser etwas davon, wie der Autor dachte und formulierte. Ausnahmen bilden die gar nicht so seltenen Fälle, in denen der Autor in einer anderen als seiner Muttersprache veröffentlichte. Allerdings sind die meisten Veröffentlichungen des 20. Jahrhunderts von einem sachlich-nüchternen Stil geprägt, der kaum noch individuelle Züge erkennen läßt.

Die Kapiteleinteilung ist dieselbe wie in den beiden Textbänden, und es kommen dieselben Themen zur Sprache. Es ist ratsam, die Quellentexte in der Originalsprache im Zusammenhang mit den in Band 2,I enthaltenen Quellentexten in deutscher Übersetzung zu verwenden, da nur dort Quellennachweis und Kommentar zu den einzelnen Texten zu finden sind.

Hamburg, im Frühjahr 2018

Jost Weyer

## Inhaltsverzeichnis zu Band 2,II

Teil 3	Chemie im 19. und 20. Jahrhundert	1
1	Stöchiometrische Gesetze	1
2	Atom- und Molekulartheorie	7
3	Elektrochemie	18
4	Klassifikation der Elemente im Periodensystem	28
5	Theorien der chemischen Bindung	39
6	Organische Chemie	58
7	Stereochemie	69
8	Chemische Industrie	81
9	Beruf des Chemikers	92
10	Physikalische Chemie	102
11	Chemische Kinetik	112
12	Analytische Chemie	120
13	Biochemie	129
14	Struktur und Umwandlungen des Atoms	140

## Teil 3 Chemie im 19. und 20. Jahrhundert

## 1 Stöchiometrische Gesetze

## Text 1. Lavoisier: Gesetz von der Erhaltung der Materie bei chemischen Reaktionen

... On voit que pour arriver à la solution de ces deux questions, il falloit d'abord bien connoître l'analyse & la nature du corps susceptible de fermenter, & les produits de la fermentation; car rien ne se crée, ni dans les opérations de l'art, ni dans celles de la nature, & l'on peut poser en principes que dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant & après l'opération; que la qualité & la quantité des principes est la même, & qu'il n'y a que des changemens, des modifications.

C'est sur ce principe qu'est fondé tout l'art de faire des expériences en Chimie: on est obligé de supposer dans toutes une véritable égalité ou équation entre les principes du corps qu'on examine, & ceux qu'on en retire par l'analyse. Ainsi puisque du moût de raisin donne du gaz acide carbonique & de l'alkool, je puis dire que le moût de raisin = acide carbonique + alkool.

## Text 2. Richter: Gesetz der äquivalenten Proportionen

Wenn man bey dem angezeigten Verfahren alles gehörig beobachtet, so ist nicht so wohl der entstandene Kalchweinstein als auch die erhaltene Terra foliata tartari eine vollkommen neutrale Verbindung. Dieses gilt der Erfahrung gemäß von allen Zersetzungen durch die Doppelverwandtschaft, insofern die zur Zersetzung angewandten Verbindungen ebenfalls neutral sind.

§ 117. Hieraus folgt, daß es ein bestimmtes Verhältniß zwischen den Massen jeder neutralen Verbindung geben müsse, und daß die Glieder der Verhältnisse von solcher Beschaffenheit sind, daß sie aus der Masse der neutralen Verbindungen selbst bestimmt werden können; ja daß auch wenn der eine Bestandtheil einer neutralen Verbindung als Glied des Verhältnisses zum andern Bestandtheil

einer andern Verbindung dieser Art gehört, der erste Bestandtheil der letztern Verbindung als ein Glied des Verhältnisses betrachtet werden müsse, so zum andern Bestandtheil der erstern neutralen Verbindung gehört. Wenn z.B. die Bestandtheile zweyer neutralen Verbindungen A-a, a; und B-b, b; wären, so sind die Massen-Verhältnisse der durch die Doppelverwandtschaft entstandenen neuen neutralen Verbindungen unveränderlich A-a:b und B-b:a.

Text 3. Richter: Teilweise Einordnung der Chemie unter die  
Mathematik I

Die Mathematik rechnet alle diejenigen Wissenschaften zu ihrem Gebiete, wo es nur Größen giebt, und eine Wissenschaft liegt folglich mehr oder weniger in dem Kreiße der Meßkunst, je mehr oder weniger Größen darinnen zu bestimmen sind. Durch diese Wahrheit wurde ich bey chymischen Versuchen öfters zu der Frage veranlasset, ob und in wie ferne wohl die Chymie ein Theil der angewandten Mathematik sey; besonders wurde sie bey der so gewöhnlichen Erfahrung rege: daß zwey neutrale Salze, wenn sie einander zerlegen, wiederum neutrale Verbindungen machen. Die unmittelbare Folgerung, so ich hieraus zog, konnte keine andre seyn, als daß es bestimmte Größenverhältnisse zwischen den Bestandtheilen der neutralen Salze geben müsse. Von der Zeit an dachte ich darauf, wie diese Verhältnisse theils durch genau angestellte Versuche, theils durch Verknüpfung der chymischen Analysis mit der mathematischen ausfindig zu machen wären. ...

Die Chymie gehört ohnstreitig einem ihrer größten Theile nach zu der angewandten Mathematik. Ohne auf eine gelehrte Erkenntniß der Chymie Anspruch zu machen, kann man ja schon in der gemeinen Scheidekunst, wenn man nicht die ungefähren Größenverhältnisse der zusammen zu mischenden Materien weiß, damit eine verlangte Verbindung oder Trennung erfolge, entweder nicht ordentliches ausrichten, oder man nimmt mancherley sehr unnöthige Arbeiten vor. Betrachtet man die Chymie als Wissenschaft, so ist es nicht genug die Erscheinungen, die diese oder jene Materie mit jeder einzelnen einer Anzahl andrer Materien hervorbringt und die

ohngefährhen Größenverhältnisse zu wissen, in welchen die Materien gemischt werden müssen, um damit diese oder jene Erscheinung entstehe, sondern man muß auch durch richtige Schlüsse, die aus gesammelten allgemeinen Erfahrungen gezogen werden, wenigstens den zunächst liegenden Grund der Erscheinungen anzugeben wissen; dieser Grund aber scheint mit den Größenverhältnissen der zu mischenden Materien in einem sehr genauen Zusammenhange zu stehen. ....

Text 4. Richter: Teilweise Einordnung der Chemie unter die  
Mathematik II

Hieraus erhellet nun, daß ein großer Theil der Sphäre der Chymie in dem Kreise der Mathematik liege. Fürs erste sind alle Massen- oder quantitativen Verhältnisse der Bestandtheile in den aus ihnen entstandenen Verbindungen, ein Gegenstand der Meßkunst und da die mehrere oder wenigere Dichtigkeit der Materien öfters einen specifischen Unterschied zwischen ihnen macht, so werden die verschiedenen Dichtigkeiten auch in das Gebiete der chymischen Meßkunst gehören, weil hier die Frage wie viel? aufgeworfen wird, welche nur durch die Meßkunst beantwortet werden kann. Wenn ferner die Ordnung der Verwandtschaftsreihen sich nach der Ordnung einer Reihe von Massenverhältnissen richten oder sich die Verwandtschaften aus diesen Verhältnissen erklären lassen sollten, so würde auch in dieser Rücksicht die ganze Verwandtschaftslehre wenigstens mittelbar als ein Eigenthum der Mathematik zu betrachten seyn.

So gegründet es nun auch ist, daß die Chymie einem großen Theile nach in das Gebiete der angewandten Mathesis gehört, so wenig ist doch in dieser Hinsicht die Chymie bearbeitet worden: Man hat sich mehrentheils mit ohngefähren Verhältnissen der Materien gegen einander begnügt, und den Punkt des richtigen Verhältnisses nur durch chymische Erscheinungen zu treffen gesucht; auch ist quantitative Verwandtschaftsreihe, gegen deren Daseyn sich doch wenigstens kein Beweis anführen lässet, bis jetzt ein ganz unbekannter Ausdruck. Die Ursache, warum in diesem Stücke bisher so wenig

geleistet worden, scheint wohl darin zu liegen, weil auch die gründlichsten Chymisten sich selten mit der Mathematik beschäftigen, und die Mathematiker keinen Beruf fühlen, in dem Gebiete der Chymie für das Reich der Meßkunst Eroberungen zu machen. ...

Text 5. Richter: Prägung des Begriffs Stöchiometrie

Da der mathematische Theil der Chymie mehrentheils Körper zum Gegenstande hat, welche unzersetzbare Materien oder Elemente sind, und die Größenverhältnisse zwischen ihnen bestimmen lehrt, so habe ich keine kürzern und schicklicheren Namen für diese wissenschaftliche Disciplin ausfindig machen können als das Wort Stöchyometrie von  $\sigma\tau\omicron\iota\chi\epsilon\iota\omicron\nu$  welches in der griechischen Sprache ein Etwas bedeutet, was sich nicht weiter zergliedern lässet, und  $\mu\epsilon\tau\epsilon\gamma\epsilon\iota\nu$  welches Größenverhältnisse finden heißt. ...

Eine Wissenschaft muß, was ihre Erkenntnisse a priori betrifft auf Grundsätzen und was ihren empirischen Theil anbelangt auf allgemeinen Erfahrungen beruhen. Die Grundsätze der Stöchyometrie sind theils aus der Dynamik theils aus der reinen Mathematik entlehnet.

Text 6. Proust: Zahlenmäßig festgelegte Ordnung der Welt;  
Gesetz der konstanten Proportionen

Si 100 parties de ce carbonate, dissoutes dans l'acide nitrique, et départies par les carbonates alcalins, nous donnent 100 parties de carbonate artificiel; si la base de ces deux combinaisons est l'oxide noir, il faut reconnoître cette main invisible qui tient pour nous la balance dans la formation des composés, et qui en façonne à son gré les attributs; il faut en conclure que la nature n'opère pas autrement dans les profondeurs du globe, qu'à sa surface, ou entre les mains de l'homme. Ces proportions toujours invariables, ces attributs constans qui caractérisent les vrais

composés de l'art, ou ceux de la nature, en un mot, ce pondus naturae si bien vu de Staahl; tout cela, dis-je, n'est pas plus au pouvoir du chimiste que la loi d'élection qui préside à toutes les combinaisons.

Text 7. Proust: Gesetz der konstanten Proportionen

Une combinaison selon nos principes ... c'est le sulfure d'argent, c'est celui d'antimoine, de mercure, de cuivre, c'est un métal oxydé, c'est un combustible acidifié, etc.; c'est une production privilégiée à laquelle la nature assigne des proportions fixes; c'est, en un mot, un être qu'elle ne crée jamais, même entre les mains de l'homme, que la balance à la main, ponde et mensura. Sachez donc ... que les caractères des vraies combinaisons sont invariables comme le rapport de leurs éléments. D'un pôle à l'autre, on les retrouve les mêmes sous ces deux aspects, leur physionomie seulement peut varier par le mode de leur aggrégation, mais jamais leurs propriétés. ... c'est enfin avec une même mesure que toutes les autres combinaisons du globe ont été formées.

Text 8. Gay-Lussac: Chemisches Volumengesetz

Je vais du moins faire connoître des propriétés nouvelles dans les gaz, dont les effets sont réguliers, en prouvant que ces substances se combinent entre elles dans des rapports très-simples, et que la contraction de volume qu'elles éprouvent par la combinaison suit aussi une loi régulière. J'espère donner par là une preuve de ce qu'ont avancé des chimistes très-distingués, qu'on n'est peut-être pas éloigné de l'époque à laquelle on pourra soumettre au calcul la plupart des phénomènes chimiques. ...

J'ai fait voir dans ce Mémoire que les combinaisons des substances gazeuses, les unes avec les autres, se font toujours dans les rapports les plus simples, et tels qu'en représentant l'un des

termes par l'unité, l'autre est 1 ou 2 ou plus 3. Ces rapports de volume ne s'observent point dans les substances solides et liquides, ou lorsqu'on considère les poids, et ils sont une nouvelle preuve que ce n'est effectivement qu'à l'état gazeux que les corps sont placés dans les mêmes circonstances et qu'ils présentent des lois régulières. Il est remarquable de voir que le gaz ammoniacal neutralise exactement un volume semblable au sien des acides gazeux, et il est probable que si les acides et les alcalis étoient à l'état élastique, ils se combineroient tous, à volume égal, pour produire des sels neutres. ... Les contractions apparentes de volume qu'éprouvent les gaz en se combinant, ont aussi des rapports simples avec le volume de l'un d'eux, et cette propriété est encore particulière aux substances gazeuses.

## 2 Atom- und Molekulartheorie

## Text 1. Dalton: Bestimmung von Atomgewichten als neue Aufgabe der Forschung

The greatest difficulty attending the mechanical hypothesis, arises from different gases observing different laws. Why does water not admit its bulk of every kind of gas alike?— This question I have duly considered, and though I am not yet able to satisfy myself completely, I am nearly persuaded that the circumstance depends upon the weight and number of the ultimate particles of the several gases: Those whose particles are lightest and single being least absorbable and the others more according as they increase in weight and complexity. (Fußnote: Subsequent experience renders this conjecture less probable.) An enquiry into the relative weights of the ultimate particles of bodies is a subject, as far as I know, entirely new: I have lately been prosecuting this enquiry with remarkable success. The principle cannot be entered upon in this paper; but I shall just subjoin the results, as far as they appear to be ascertained by my experiments.

## Text 2. Dalton: Atome der Elemente in Gewicht, Form usw. einander vollkommen gleich

Whether the ultimate particles of a body, such as water, are all alike, that is, of the same figure, weight, &c. is a question of some importance. From what is known, we have no reason to apprehend a diversity in these particulars: if it does exist in water, it must equally exist in the elements constituting water, namely, hydrogen and oxygen. Now it is scarcely possible to conceive how the aggregates of dissimilar particles should be so uniformly the same. If some of the particles of water were heavier than others, if a parcel of the liquid on any occasion were constituted principally of these heavier particles, it must

be supposed to affect the specific gravity of the mass, a circumstance not known. Similar observations may be made on other substances. Therefore we may conclude that the ultimate particles of all homogeneous bodies are perfectly alike in weight, figure, &c. In other words, every particle of water is like every other particle of water; every particle of hydrogen is like every other particle of hydrogen, &c.

Text 3. Dalton: Regeln für die Ermittlung von Atom- und Molekulargewichten und Beispiele hierfür

If there are two bodies, A and B, which are disposed to combine, the following is the order in which the combinations may take place, beginning with the most simple, namely:

- 1 atom of A + 1 atom of B = 1 atom of C, binary.
- 1 atom of A + 2 atoms of B = 1 atom of D, ternary.
- 2 atoms of A + 1 atom of B = 1 atom of E, ternary. ...

The following general rules may be adopted as guides in all our investigations respecting chemical synthesis.

1st. When only one combination of two bodies can be obtained, it must be presumed to be a binary one, unless some cause appear to the contrary.

2d. When two combinations are observed, they must be presumed to be a binary and a ternary.

3d. When three combinations are obtained, we may expect one to be a binary, and the other two ternary. ...

5th. A binary compound should always be specifically heavier than the mere mixture of its two ingredients.

6th. A ternary compound should be specifically heavier than the mixture of a binary and a simple, which would, if combined, constitute it; &c. ...

From the application of these rules, to the chemical facts already well ascertained, we deduce the following conclusions; 1st. That water is a binary compound of hydrogen and oxygen, and the

relative weights of the two elementary atoms are 1 : 7, nearly; 2d. That ammonia is a binary compound of hydrogen and azote, and the relative weights of the two atoms are as 1 : 5, nearly; 3d. That nitrous gas is a binary compound of azote and oxygen, the atoms of which weigh 5 and 7 respectively; that nitric acid is a binary or ternary compound according as it is derived, and consists of one atom of azote and two of oxygen, together weighing 19; that nitrous oxide is a compound similar to nitric acid, and consists of one atom of oxygen and two of azote, weighing 17; that nitrous acid is a binary compound of nitric acid and nitrous gas, weighing 31; that oxynitric acid is a binary compound of nitric acid and oxygen, weighing 26; 4 th. That carbonic oxide is a binary compound, consisting of one atom of charcoal, and one of oxygen, together weighing nearly 12; that carbonic acid is a ternary compound, (but sometimes binary) consisting of one atom of charcoal, and two of oxygen, weighing 19; &c.&c. In all these cases the weights are expressed in atoms of hydrogen, each of which is denoted by unity.

#### Text 4. Berzelius: Erläuterung seiner Korpuskulartheorie

I shall begin with a short explanation of the corpuscular theory, such as I conceive it. I shall employ the word atoms to signify the corpuscles, or smallest parts of which bodies are composed. When I say the smallest parts, I mean that they cannot be divided into other parts still smaller. I do not enter in any discussion whether matter be infinitely divisible or not, but take it for granted that an atom is mechanically indivisible; and of course that a fraction of an atom cannot exist. I suppose likewise that atoms are all spherical, and that they have all the same size. ... It appears likewise necessary that when an atom of the body, A, combines with one or more atoms of the body B, to form a new compound atom, the atom of A touches each of the atoms of B. Hence a compound atom is formed by the juxtaposition of several elementary atoms; just as an aggregate is formed by the juxtaposition of different homogeneous atoms. But the difference consists in this, that in the first case an electric dis-

charge takes place of the specific polarity of the heterogeneous atoms, which cannot take place between homogeneous atoms. ...

We may divide the atoms into two classes: 1. Elementary atoms; 2. Compound atoms. The compound atoms are of three different species; namely, 1. Atoms formed of two elementary substances united. We shall call them compound atoms of the first order. 2. Atoms composed of more than two elementary substances; and as these are only found in organic bodies, or bodies obtained by the destruction of such organic matter, we shall call them organic atoms. 3. Atoms formed by the union of two or more compound atoms, as, for example, the salts. We shall call them compound atoms of the second order.

#### Text 5. Avogadro: Erste Hypothese seiner Molekulartheorie

M. Gay-Lussac a fait voir dans un Mémoire intéressant (Mémoires de la Société d'Arcueil, tome II) que les combinaisons des gaz entre eux se font toujours selon des rapports très-simples en volume, et que lorsque le résultat de la combinaison est gazeux, son volume est aussi en rapport très-simple avec celui de ses composants; mais les rapports des quantités de substances dans les combinaisons ne paroissent pouvoir dépendre que du nombre relatif des molécules qui se combinent, et de celui des molécules composées qui en résultent. Il faut donc admettre qu'il y a aussi des rapports très-simples entre les volumes des substances gazeuses, et le nombre des molécules simples ou composées qui les forme. L'hypothèse qui se présente la première à cet égard, et qui paroît même la seule admissible, est de supposer que le nombre des molécules intégrantes dans les gaz quelconques, est toujours le même à volume égal, ou est toujours proportionnel aux volumes.

#### Text 6. Avogadro: Anwendung der Molekulartheorie auf die Ermittlung von Atomgewichten und Molekülformeln am Beispiel des Wassers

En partant de cette hypothèse, on voit qu'on a le moyen de déterminer très-aisément les masses relatives des molécules des corps qu'on peut avoir à l'état gazeux, et le nombre relatif de ces

molécules dans les combinaisons; car les rapports des masses des molécules sont alors les mêmes que ceux des densités des différens gaz, à pression et température égales, et le nombre relatif des molécules dans une combinaison, est donné immédiatement par le rapport des volumes des gaz qui la forment. Par exemple, les nombres 1,10359 et 0,07321 exprimant les densités des deux gaz oxygène et hydrogène, lorsqu'on prend celle de l'air atmosphérique pour unité, et le rapport entre les deux nombres représentant par conséquent celui qui a lieu entre les masses de deux volumes égaux de ces deux gaz, ce même rapport exprimera dans l'hypothèse proposée, le rapport des masses de leurs molécules. Ainsi la masse de la molécule de l'oxygène sera environ 15 fois celle de la molécule d'hydrogène, ou plus exactement, elle sera à celle-ci comme 15,074 à 1. ...

D'un autre côté, comme on sait que le rapport des volumes de l'hydrogène à l'oxygène dans la formation de l'eau est de 2 à 1, il s'ensuit que l'eau résulte de l'union de chaque molécule d'oxygène avec deux molécules d'hydrogène.

#### Text 7. Avogadro: Zweite Hypothese seiner Molekulartheorie

Une réflexion paroît d'abord s'opposer à l'admission de notre hypothèse à l'égard des corps composés. Il semble qu'une molécule composée de deux ou plusieurs molécules élémentaires, devrait avoir sa masse égale à la somme des masses de ces molécules, et qu'en particulier, si dans une combinaison une molécule d'un corps s'adjoit deux ou plusieurs molécules d'un autre corps, le nombre des molécules composées devrait rester le même que celui des molécules du premier corps. D'après cela, dans notre hypothèse, lorsqu'un gaz se combine avec deux ou plusieurs fois son volume d'un autre gaz, le composé qui en résulte, s'il est gazeux, ne pourroit avoir qu'un volume égal au premier de ces gaz. Or cela n'a pas lieu en général dans le fait. Par exemple, le volume de l'eau supposée gazeuse est, comme M. Gay-Lussac l'a fait voir, double de celui du gaz oxygène qui y entre, ou, ce qui revient au même, égal à celui de l'hydrogène, au lieu d'être égal à celui de l'oxygène; mais il se présente assez naturellement un moyen

d'expliquer les faits de ce genre conformément à notre hypothèse: c'est de supposer que les molécules constitutantes d'un gaz simple quelconque, c'est-à-dire celles qui s'y tiennent à une distance telle à ne pouvoir exercer leur action mutuelle, ne sont pas formées d'une seule molécule élémentaire, mais résultent d'un certain nombre de ces molécules réunies en une seule par attraction,

#### Text 8. Ampère: Erneute Formulierung der Molekulartheorie

Il est un autre moyen de connaître ces formes; c'est de déterminer, par le rapport des composans d'un corps, le nombre des molécules qui se trouve dans chaque particule de ce corps. Je suis parti, pour cela, de la supposition que dans le cas où les corps passent à l'état de gaz, leurs particules seules soient séparées et écartées les unes des autres par la force expansive du calorique à des distances beaucoup plus grandes que celles où les forces d'affinité et de cohésion ont une action appréciable, en sorte que ces distances ne dépendent que de la température et de la pression que supporte le gaz, et qu'à des pressions et des températures égales, les particules de tous les gaz, soit simples, soit composées, sont placés à la même distance les unes des autres. Le nombre des particules est dans cette supposition, proportionnel au volume des gaz.

#### Text 9. Gaudin: Präzisierung der Begriffe Atom und Molekül

Pour éviter autant que possible les répétitions et rendre le langage plus précis, il importe de définir les termes dont nous allons nous servir, et d'en admettre de nouveaux.

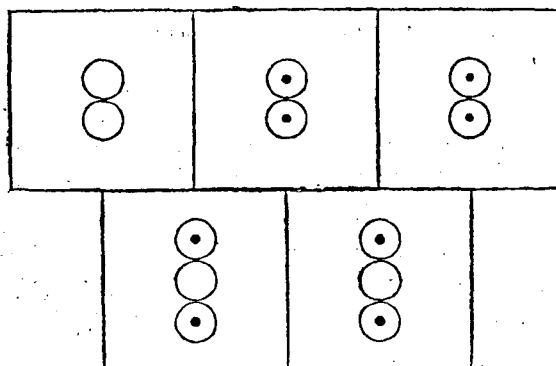
Nous établirons donc une distinction bien tranchée entre les mots atome et molécule, et cela avec d'autant plus de raison, que, si jusqu'à ce jour on n'est pas parvenu aux mêmes conclusions que moi, c'est uniquement faute d'avoir établi cette distinction.

Un atome sera pour nous un petit corps sphéroïde homogène, ou point matériel essentiellement indivisible, tandis qu'une molécule sera un groupe isolé d'atomes, en nombre quelconque et de nature quelconque.

Afin d'écarter les périphrases, et au lieu de dire: Une molécule composée d'un, de deux, de trois, de quatre, de cinq, de plusieurs atomes, etc., nous ferons suivre le substantif molécule de l'adjectif monoatomique, biatomique, triatomique, tetratomique, pentatomique, polyatomique, etc. ...

Une molécule de gaz oxygène, en se combinant à deux molécules de gaz hydrogène, donne deux molécules de vapeur d'eau; or, pour que les molécules de vapeur d'eau formées conservent entre elles la même distance que celles des gaz composans, il faut et il suffit (fig.2) que la molécule d'oxygène se partage en deux, et que chaque moitié vienne s'unir à une molécule biatomique d'hydrogène; donc le gaz oxygène est biatomique, et la vapeur d'eau triatomique.

FIGURE II.

*Oxygène.**Hydrogène.**Vapeur d'eau.*

Text 10. Berzelius: Zusammenstellung der Elementsymbole zu Formeln; Kennzeichnung von Doppelatomen

Die Anzahl der Atome wird durch Ziffern bezeichnet. Eine Ziffer zur Linken multiplicirt alle Atome, welche derselben, bis zum nächsten + Zeichen oder bis zu Ende der Formel, zur Rechten steht. Eine kleine Zahl zur Rechten oben gestellt, wie ein algebraischer Exponent, multiplicirt nur die Atomengewichte zur Linken, wenn welche dahingestellt sind. Z.B.  $\text{S}^2\text{O}^5$  bedeutet ein Atom Unterschwefelsäure, aber  $2 \text{S}^2\text{O}^5$  bedeutet zwei Atome von derselben Säure.

In allen solchen Fällen, wo 2 Atome des Radikals sich mit 1, 3, oder 5 Atomen Sauerstoff verbinden, wie z.B. der Schwefel, wird

die Deutlichkeit der Formel sehr vermehrt, wenn man ein besonderes Zeichen für Doppelatome hat. Das natürlichste Zeichen wäre gewiß, die Anfangsbuchstaben zu verdoppeln, aber auf eine solche Weise, daß sie zusammenhängend bleiben und nicht zwei, sondern ein Zeichen ausmachen. Um diese Formeln im Schreiben zu bezeichnen, habe ich es jedoch weit leichter zu bewerkstelligen und eben so deutlich gefunden, durch den Anfangsbuchstaben, wenn er zwei Atome bezeichnen soll, im untern Drittel desselben einen geraden Strich zu ziehen, so daß z.B. P ein einfaches und  $\text{P}$  ein doppeltes Atom Phosphor bedeutet, As ein einfaches und  $\text{As}$  ein doppeltes Atom Arsenik.

Text 11. Prout: Atomgewichte vieler Elemente in der Nähe von ganzen Zahlen (bei Wasserstoff = 1)

The author of the following essay submits it to the public with the greatest diffidence; for though he has taken the utmost pains to arrive at the truth, yet he has not that confidence in his abilities as an experimentalist as to induce him to dictate to others far superior to himself in chemical acquirements and fame. He trusts, however, that its importance will be seen, and that some one will undertake to examine it, and thus verify or refute its conclusions. If these should be proved erroneous, still new facts may be brought to light, or old ones better established, by the investigation; but if they should be verified, a new and interesting light will be thrown upon the whole science of chemistry. ...

The following tables exhibit a general view of the above results. ...

Table I. Elementary Substances.

Name	Sp.gr.hydr. being 1.		
Hydrogen	1	Sodium	24
Carbon	6	Iron	28
Azote	14	Zinc	32
Phosphorus	14	Chlorine	36
Oxygen	16	Potassium	40
Sulphur	16	Barytium	70
Calcium	20	Iodine	124

...

Table III. This table likewise exhibits some striking examples of the coincidence above noticed. Indeed, I had often observed the near approach to round numbers of many of the weights of the atoms, before I was led to investigate the subject. Dr. Thomson appears also to have made the same remark.

Text 12. Liebig: Bevorzugung der Äquivalentgewichte gegenüber den Atomgewichten

Die Formeln dürfen eigentlich, wenn sie nicht jeden Augenblick geändert werden sollen, keine theoretische Ansicht ausdrücken, und ich meine selbst, unsere Schreibart hat wenig gewonnen, aber an Einfachheit und Kürze verloren, indem wir die theoretischen Ansichten die aus der Volumentheorie gefolgert worden sind, in die Bezeichnungsweise der Zusammensetzungen aufnehmen. Die Aequivalente werden sich nie ändern, ich zweifle aber sehr, ob man jemals darüber einig werden wird, durch welche Gewichtsverhältnisse die relativen Atomgewichte auszudrücken sind. Das Studium der Chemie würde unendlich erleichtert werden, wenn sich alle Chemiker entschlossen zu den Aequivalenten zurückzukehren. Wenn es von einem oder zweien allein geschieht, würde es mehr Verwirrung als Nutzen schaffen. Man muß hoffen, daß die Zeit, wo es von allen geschieht, nicht mehr entfernt ist. Man hat um so weniger Ursache, die jetzt gebräuchlichen Atomgewichte beizubehalten, da, wären die spec. Gewichte der Metalle im Gaszustand bekannt, die Ausnahmen bei weitem zahlreicher seyn würden als die Regeln, aus denen unsere gegenwärtigen Ansichten entwickelt worden sind.

Text 13. Zahlreiche Autoren: Einladung zu einem Chemiker-Kongreß nach Karlsruhe

Die Chemie ist auf einem Standpunkte angelangt, wo es den Unterzeichneten zweckmäßig erscheint, durch Zusammentritt einer möglichst großen <sup>An</sup> Zahl von Chemikern, welche in der Wissenschaft thätig und diese zu lehren berufen sind, eine Vereinigung über einige der wichtigsten Punkte anzubahnen.

Die Unterzeichneten erlauben sich daher, alle ihre Herrn Collegen, welche durch ihre Stellung und ihre Arbeiten zur Abgabe ihrer Stimme in unserer Wissenschaft berechtigt sind, zu einer internationalen Zusammenkunft einzuladen.

Eine derartige Versammlung wäre nach <sup>der</sup> Meinung der Unterzeichneten allerdings nicht im Stande, allgemein bindende Beschlüsse zu fassen, aber durch eine eingehende Besprechung könnten manche Mißverständnisse beseitigt, namentlich eine Uebereinstimmung hinsichtlich folgender Hauptpunkte erleichtert werden:

Präzisere Definition der durch die Ausdrücke: Atom, Molecül, Aequivalent, Atomigkeit, Basicität etc. bezeichneten Begriffe; Untersuchung über das wahre Aequivalent der Körper und ihre Formeln; Anbahnung einer gleichmäßigen Bezeichnung und einer rationelleren Nomenklatur.

Obgleich nicht zu erwarten steht, daß es der Versammlung, welche wir in's Leben zu rufen, beabsichtigen, gelingen wird, die verschiedenen Ansichten in vollständigen Einklang zu bringen, so sind die Unterzeichneten dennoch der lebhaften Ueberzeugung, daß es möglich wäre, auf diesem Wege wenigstens in den wichtigsten Fragen die schon längst so wünschenswerthe Uebereinstimmung vorzubereiten.

Schließlich könnte noch eine Commission ernannt werden, welcher die Aufgabe zukäme, die angeregten Fragen weiter zu verfolgen und namentlich die Academieen und andere gelehrte Gesellschaften, welche über die nöthigen Mittel zu verfügen haben, zu veranlassen, zur Lösung der erwähnten Fragen das Ihrige beizutragen.

Die Versammlung wird am 3. September 1860 in Karlsruhe zusammentreten.

#### Text 14. Cannizzaro: Eintreten für die Molekularhypothese von Avogadro

Io credo che i progressi della scienza, fatti in questi ultimi anni, abbiano confermato l'ipotesi di Avogadro, di Ampère e di Dumas sulla simile costituzione dei corpi allo stato aeriforme, cioè che volumi eguali di essi, sieno semplici, sieno composti, contengono l'egual numero di molecole; non però l'egual numero

di atomi, potendo le molecole dei varî corpi o quelle dello stesso corpo nei varî suoi stati, contenere un vario numero di atomi, sia della medesima natura, sia di natura diversa.

Per condurre i miei allievi al medesimo convincimento che io ho, gli ho voluti porre sulla medesima strada per la quale io ci son giunto, cioè per l'esame storico delle teorie chimiche.

Incominciai dunque nella prima lezione a dimostrare come dall'esame delle proprietà fisiche dei corpi aeriformi e della legge di Gay-Lussac, sui rapporti di volume tra i componenti e i composti, scaturì quasi spontanea l'ipotesi sopra ricordata, che fu la prima volta annunciata da Avogadro e poco dopo da Ampère. Analizzando il pensiero di questi due fisiche dimostrai che nulla conteneva che fosse in contraddizione coi fatti nati, purchè si distinguessero, come essi fecero, le molecole dagli atomi; purchè non si scambiassero i criterî coi quali si comparano il numero ed i pesi delle prime, coi criterî che servono a dedurre i pesi dei secondi; purchè infine non si avesse fitto nella mente il pregiudizio che mentre le molecole dei corpi composti possono esser fatte da vario numero di atomi, quelle dei varî corpi semplici dovessero contenere o tutte un atomo, o per lo meno un egual numero di essi.

## Text 1. Volta: Kurze Spannungsreihe der Metalle

Che pensa Ella della pretesa Elettricità Animale? Per me sono convinto da un pezzo, che tutta l'azione procede originariamente dai metalli combacianti un corpo umido qualunque, o l'acqua stessa; in virtù del quale combaciamento viene spinto avanti il fluido elettrico in esso corpo umido od acqueo dai metalli medesimi, da quale più, da quale meno (più di tutti dal zinco, meno quasi di tutti dall'argento); onde indotta una comunicazione non interrotta di acconci conduttori è tratto esso fluido in un continuo giro. ...

Se in vece dei nervi inservienti al moto trovansi nel circolo quelli dell' apice o bordi della lingua inservienti al gusto, oppur quelli inservienti alla visione, si eccita la sensazione corrispondente di sapore, o di luce; e queste sensazioni, e questi moti tanto più vigorosi, quanto i due metalli impiegati son più distanti fra di loro nell'ordine che vengono qui appresso nominati: zinco, foglio stagnato, stagno comune in lastra, piombo, ferro, ottone e bronzi di varia qualità, rame, platina, oro, argento, mercurio, piombaggine: ai quali debbono aggiungersi per ultimo alcuni carboni di legna, quelli cioè che riescono deferenti quasi al pari dei metalli; giacchè gli altri o non servono, o male.

## Text 2. Volta: Kontakttheorie des Galvanismus

Riempite una tazza di stagno con acqua di sapone, con latte di calce, o meglio con una lisciva discretamente forte, indi avendo impugnata codesta tazza con una od ambedue le mani umettate d'acqua semplice, intingete l'apice della lingua nel liquore: vi farà sorpresa l'inaspettata sensazione, che proverà la vostra lingua di un sapore acido al contatto del liquore

alcalino. Un tal sapore agro vi si farà sentire deciso, ed anche forte per alcuni istanti; ma poco a poco andrà cambiando in un sapore differente, più salato e piccante che acido, tantechè alla fine diverrà acre e del tutto alcalino, a misura che il liquore penetra la lingua, e che l'attività del sapore suo proprio, la sua azione chimica più fortemente spiegata la vince da ultimo sopra la sensazione di sapore acido cagionata dalla corrente di fluido elettrico, che va dall'interiore della tazza di stagno al liquore contenuto, entra per la punta della lingua, ed attraversando questa e parte della persona, ritorna al medesimo metallo, ripassa nel'liquore ec. e mantiene per tal guisa una circolazione perpetua.

Gli è così, che io spiego questo curioso fenomeno secondo i miei principj già esposti in altri scritti: e di vero non può trovarsi altra spiegazione. Tutto infine conferma ciò che ho avanzato e provato in mille maniere, cioè: che il combaciamento di conduttori diversi, singolarmente dei conduttori metallici, compresevi le piriti e altre miniere, e il carbone di legna, che ripongo tutti nella medesima classe de'conduttori metallici, e chiamo conduttori secchi, o di prima classe, il combaciamento, dico, di cotai conduttori fra loro e con altri conduttori umidi, o contenenti qualche umore, che assegno ad una seconda classe, scuote, spinge, incita in qualsisia modo il fluido elettrico. Non mi domandate per anco li come ciò siegua: basta al presente, che questo sia un fatto, e un fatto generale. ...

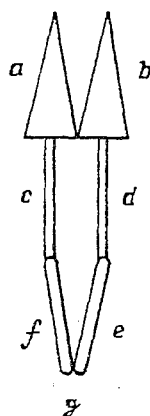
Ecco in che consiste tutto il secreto, tutta la magia del Galvanismo. Ella è semplicemente un'elettricità artificiale, che vi giuoca mossa dai contattidi conduttori diversi. Sono questi che propriamente agiscono i veri originarj motori: nè tal virtù compete ai soli metalli, o conduttori di prima classe, come avrebbe forse potuto credersi, ma a tutti generalmente, più o meno, secondo la varia lor natura e bontà, e però in qualche grado anche ai conduttori umidi o di seconda classe. Attenetevi a questi principj e voi spiegherete chiaramente tutte le sperienze fatte fin qui; senza dover ricorrere ad alcun altro principio immaginario d'una elettricità animale propria e attiva degli organi, voi ne inventerete anzi delle nuove, e ne predi-

rete il successo, come ho fatt'io, e continuo a fare tutti i giorni: abbandonate questi principj o perdeteli di vista, e non troverete più in questo sì vasto campo di sperimenti, che incertezze, contraddizioni, anomalie senza fine, e tutto vi diverrà un enigma inesplicabile.

Text 3. Ritter: Zusammenhang zwischen der elektrochemischen Spannungsreihe der Metalle und ihrer Affinität zum Sauerstoff

Die Erscheinungen aus meinen wenigen seither über diesen Gegenstand angestellten Versuchen, lassen sich unter folgende Resultate zusammenfassen. War f in Fig. 11 Braunstein in mancherley Gestalt, e hingegen Reißbley oder eines von den den Galvanismus leitenden Erzen, oder Kohle, oder irgend ein Metall, so zuckte bey Schließung der Kette allemal der dem mit Braunstein armirten entgegengesetzte Schenkel b am stärksten oder allein, und bey der Trennung a. War f Reißbley, e aber ein leitendes

Fig. 11



Erz, Kohle oder ein Metall, so zuckten die Schenkel in derselben Ordnung. Lag ein Erz an der Stelle von f, an der von e aber Kohle, oder irgend ein Metall, so war ebenfalls die Ordnung dieselbe. War f Kohle, und e eines von den Metallen, welches

es auch sey, so war abermals die Folge der Contractionen der Ordnung nach die vorige. Wenn f und e zwey verschiedene Metalle (bey völlig gleichartigen erfolgt bekanntlich nichts) waren, so wurde bey Schließung der Kette allemal die mit dem, dem Sauerstoff unter beiden am nächsten verwandten Metall, armirte am stärksten oder allein contrahirt. ...

Aber welche Harmonie zwischen diesen Umständen, und der Verwandtschaft dieser Körper für Sauerstoff! - Bekanntlich ist Zink dem Sauerstoff näher, wie Kupfer, dieses demselben näher, wie Gold, verwandt, und der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des Zinkes und Goldes zum Sauerstoff ist eben so groß, wie der Unterschied der Verwandtschaftsgrade des Zinkes und Kupfers, addirt zu dem der Verwandtschaftsgrade des Kupfers und Goldes dafür. Die durch zwey verschiedene Metalle bewirkten Actionen verhalten sich also wie die Verwandtschaftsunterschiede für den Sauerstoff, und dieses nicht etwa blos hier in diesem Fall, nein! bey der Reihe der sämtlichen Metalle überhaupt scheinbar ohne wirkliche Ausnahme. - Und was ist es, was hier und in den übrigen, bey Versuchen über Galvanismus sich aufstellenden ähnlichen Reihen der übrigen in diesen Versuchen leitenden Körper, diese auffallende Ordnung bestimmt? - Vielleicht bey den oxydirbaren Körpern etwas, was selbst erst die Verwandtschaft dieser Körper für Sauerstoff bestimmt, und bey den oxydirten das, was den Sauerstoff, und die ihn enthaltenden Körper fähig macht, von den oxydirbaren Körpern angezogen zu werden, was gleichfalls die Verwandtschaft des Sauerstoffs dieser Körper für die oxydirbaren Körper, oder das, was sie oxydirbar macht, bestimmt? - denn nur durch Wechselwirkung ist Anziehung denkbar!

#### Text 4. Volta. Beschreibung seines "Säulenapparats"

Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes ou disques, de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent, d'un pouce de diamètre, plus ou moins (par exemple, de monnoyes), et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux,

de zinc, de la même figure et grandeur, à-peu-près; je dis à-peu-près, par ce qu'une précision n'est point requise, et, en général, la grandeur, aussi bien que la figure, des pièces métalliques, est arbitraire: on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger commodément les unes sur les autres, en forme de colonne.

Je prépare en outre, un nombre assez grand de rouelles de carton, de peau, ou de quelque autre matières spongieuse, capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humeur dont il faudra, pour le succès des expériences, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches ou rouelles, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que le disques ou plateaux métalliques, à fin qu'interposées à ceux, de la manière que je dirais tantôt, ils n'en débordent pas.

Ayant sous ma main toutes ces pièces, en bon état, c'est-à-dire, les disques métalliques bien propres et secs, et les autres non-métalliques bien imbibés d'eau simple, ou, ce qui est beaucoup mieux, d'eau salé, et essuyés en suite légèrement, pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à les arranger comme il convient; et cet arrangement est simple et facile.

Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque, un des plateaux métalliques, par exemple, un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc; sur ce second je couche un des disques mouillés; puis un autre plateau d'argent, suivi immédiatement d'un autre de zinc; auquel je fais succéder encore un disque mouillé. Je continue ainsi, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire, toujours l'argent dessous et le zinc dessus, ou vice versa, selon que j'ai commencé, et interposant à chacune de ces couples, un disque mouillé;

je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'écrouler.

Text 5. Davy: Gewinnung von metallischem Kalium durch Elektrolyse  
von Kaliumhydroxid

A small piece of pure potash, which had been exposed for a few seconds to the atmosphere, so as to give conducting power to the surface, was placed upon an insulated disc of platina, connected with the negative side of the battery of the power of 250 of 6 and 4, in a state of intense activity; and a platina wire, communicating with the positive side, was brought in contact with the upper surface of the alkali. The whole apparatus was in the open atmosphere.

Under these circumstances a vivid action was soon observed to take place. The potash began to fuse at both its points of electrization. There was a violent effervescence at the upper surface; at the lower, or negative surface, there was no liberation of elastic fluid; but small globules having a high metallic lustre, and being precisely similar in visible characters to quicksilver, appeared, some of which burnt with explosion and bright flame, as soon as they were formed, and others remained, and were merely tarnished, and finally covered by a white film which formed on their surfaces.

These globules, numerous experiments soon shewed to be the substance I was in search of, and a peculiar inflammable principle the basis of potash. I found that the platina was in no way connected with the result, except as the medium for exhibiting the electrical powers of decomposition; and a substance of the same kind was produced when pieces of copper, silver, gold, plumbago, or even charcoal were employed for completing the circuit.

Text 6. Davy: Zusammenhang zwischen dem elektrochemischen  
Verhalten und der Affinität der Stoffe

As the chemical attraction between two bodies seems to be destroyed by giving one of them an electrical state different from that which it naturally possesses; that is, by bringing

it artificially into a state similar to the other, so it may be increased by exalting its natural energy. Thus, whilst zinc, one of the most oxidable of the metals, is incapable of combining with oxygene when negatively electrified in the circuit, even by a feeble power; silver, one of the least oxidable, easily unites to it when positively electrified; and the same thing might be said of other metals.

Amongst the substances that combine chemically, all those, the electrical energies of which are well known, exhibit opposite states; thus, copper and zinc; gold and quicksilver, sulphur and the metals, the acid and alkaline substances, afford apposite instances; and supposing perfect freedom of motion in their particles or elementary matter, they ought, according to the principles laid down, to attract each other in consequence of their electrical powers. In the present state of our knowledge, it would be useless to attempt to speculate on the remote cause of the electrical energy, or the reason why different bodies, after being brought into contact, should be found differently electrified; its relation to chemical affinity is, however, sufficiently evident. May it not be identical with it, and an essential property of matter? ...

In the present early stage of the investigation, it would be improper to place unbounded confidence in this hypothesis; but it seems naturally to arise from the facts, and to coincide with the laws of affinity, so ably developed by modern chemists; and the general application of it may be easily made.

Text 7. Faraday: Faradays Gesetze über den Zusammenhang  
zwischen Stoffmenge und Elektrizitätsmenge

In the third series of these Researches, after proving the identity of electricities derived from different sources, and showing, by actual measurement, the extraordinary quantity of electricity evolved by a very feeble voltaic arrangement, I announced a law, derived from experiment, which seemed to me of the utmost importance to the science of electricity in

general, and that branch of it denominated electro-chemistry in particular. The law was expressed thus: The chemical power of a current of electricity is in direct proportion to the absolute quantity of electricity which passes. ...

Then, again, the substances into which these divide, under the influence of the electric current, form an exceedingly important general class. They are combining bodies; are directly associated with the fundamental parts of the doctrine of chemical affinity; and have each a definite proportion, in which they are always evolved during electrolytic action. I have proposed to call these bodies generally ions, or particularly anions and cations, according as they appear at the anode or cathode; and the numbers representing the proportions in which they are evolved electro-chemical equivalents. Thus hydrogen, oxygen, chlorine, iodine, lead, tin, are ions; the three former are anions, the two metals are cations, and 1, 8, 36, 125, 104, 58, are their electro-chemical equivalents nearly. ...

Electro-chemical equivalents coincide, and are the same, with ordinary chemical equivalents.

#### Text 8. Arrhenius: Auftreten der Elektrolyte in einer aktiven und einer inaktiven Form

Von diesen verschiedenen Sätzen ausgehend, habe ich gezeigt, daß alle Salze im eigentlichen Sinne in der Lösung aus komplexen Molekeln bestehen, die sich zum Teil bei der Verdünnung zersetzen. Ferner wurde angedeutet, wie diese Komplexe gestaltet sind. Mit Hilfe dieser Darstellung wurden die Eigenschaften der Salze bei allen Verdünnungen erklärt, ebenso wie die Eigenschaften aller Elektrolyte bei genügend großer Konzentration. ...

15. Die wässrige Lösung irgend eines Hydrates setzt sich außer aus dem Wasser aus zwei Bestandteilen zusammen, einem aktiven, elektrolytischen, und einem inaktiven, nicht elektrolytischen. Diese drei Bestandteile, das Wasser, das aktive Hydrat und das inaktive Hydrat bilden ein chemisches Gleichgewicht in der Weise,

daß bei Verdünnung der aktive Teil sich vermehrt, und die inaktive Teil sich vermindert.

Wodurch diese beiden Bestandteile sich voneinander unterscheiden, muß noch aufgeklärt werden. Wahrscheinlich ist der aktive Teil, wie beim Ammoniak, eine Verbindung des inaktiven mit dem Lösungsmittel. Oder aber die Inaktivität wird durch eine Komplexität der Molekeln bedingt. ... Oder der Unterschied zwischen dem aktiven und inaktiven Anteil kann in rein physikalischen Eigenschaften bestehen. ... Satz 15 läßt sich auf Grund der vorangehenden Paragraphen auch auf Basen anwenden. Ebenso kann man von einer Inaktivität der gelösten Salze sprechen, in welchem Falle die Bezeichnungen Inaktivität und Komplexität vollkommen gleichbedeutend werden. Um die Vorstellungen zu klären, führe ich die Bezeichnung Aktivitätskoeffizient ein und bestimme diesen Begriff durch folgende Definition:

Der Aktivitätskoeffizient eines Elektrolyten gibt das Verhältnis der Anzahl Ionen an, die tatsächlich im Elektrolyten vorhanden sind, zu der Anzahl Ionen, die darin wären, wenn der Elektrolyt vollkommen in einfache elektrolytische Molekeln gespalten wäre. ...

In der vorliegenden Arbeit habe ich zuerst die Annahme wahrscheinlich gemacht, daß Elektrolyte in zwei verschiedenen Formen auftreten können: in einer aktiven und in einer inaktiven,

so daß der aktive Teil unter denselben äußeren Bedingungen (Temperatur und Verdünnung) immer einen gewissen Bruchteil der Gesamtmenge des Elektrolyten ausmacht. Der aktive Teil leitet die Elektrizität und ist mithin tatsächlich elektrolytisch, der inaktive Teil jedoch nicht.

#### Text 9. Arrhenius: Theorie der elektrolytischen Dissoziation

Die Abhandlung hat mir nämlich in unerhörtem Grade Klarheit geschaffen über die Konstitution der Lösungen. Wenn z.B. Chlornatrium sich normal verhalten würde, d.h. aus einfachen Molekülen bestehen würde so würde sein Koeffizient  $i = 1$  sein.

Da  $i$  aber viel grösser ist so ist der natürlichste Ausweg dies zu erklären zu sagen dass NaCl theilweise dissociirt ist, ganz so wie man sagt dass bei höherer Temperatur  $J_2$  dissociirt ist. Jetzt würde man wohl diese Annahme für sehr gewagt halten, man ist aber aus anderen Gründen dazu gekommen die Elektrolyte für theilweise dissociirt zu erklären, indem man annimmt, dass sie in ihren Ionen zerfallen. Da aber die Ionen mit sehr grossen und entgegengesetzten Electricitätsquantitäten geladen sind, so entstehen dadurch Bedingungen, die es machen, dass man eine in dieser Weise dissociirte NaCl-Lösung nicht als aus Na und Cl einfach bestehend behandeln kann. (in allen Fällen) Der Druck auf den Wänden kann aber davon nicht merkbar beeinträchtigt werden, sondern in diesem Falle verhält sich die Lösung so als ob Na und Cl frei sein würden.

Auch wenn man nachsieht, welche Körper abnorm sind (nach Raoult), so ist es nicht die unorganischen (z.B. nicht  $MgCl_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  etc.) sondern die Elektrolyte (d.h. die Körper die Leiter von derselben Ordnung wie die Salze sind) auch wenn sie organisch sind z.B. Oxalsäure. Trichloressigsäure und Sulfonsäuren müssen dies noch deutlicher zeigen als Oxalsäure, wenn sie untersucht werden. Da jetzt nach voriger Annahme die Elektrolyte in ihren Ionen zerfallen, so muss der Koeffizient  $i$  zwischen  $i$  und 1 und dem Anzahl der Ionen liegen. Dies trifft auch faktisch zu z.B. für NaCl KCl  $KNO_3$  NaOH etc. die zwei Ionen haben steigt der Koeffizient beinahe zu 2; für  $Ba(OH)_2$   $CaCl_2$   $K_2SO_4$  etc. die 3 Ionen haben geht es beinahe zu 3 auf und so weiter.  $HgCl_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $H_3N$ ,  $C_6H_5NH_2$  etc. deren Koeffizient nahe = 1 ist sind bekanntlich ausserordentlich schlechte Elektrolyte.

Aus der vorigen Annahme kann man sogar den Werth von  $i$  aus der Leitungsfähigkeit berechnen und dies werde ich wahrscheinlich bald durchzusetzen versuchen; bis jetzt hat mir die nöthige

Zeit gefehlt. Was ich in meiner Arbeit "sur la conductibilité" aktive Molekel genannt habe ist also dasselbe wie dissociirte Moleküle. Einer von den Sätzen die ich da ausgesprochen habe würde also umgeschrieben heissen: Nach aller Wahrscheinlichkeit sind alle Elektrolyte in äusserster Verdünnung vollkommen dissociirt.

## 4 Klassifikation der Elemente im Periodensystem

Text 1. Döbereiner: Zusammenfassung der Atomgewichte von drei chemisch verwandten Elementen zu einer Triade

Sehr interessant waren für mich Berzelius Versuche zur Bestimmung der Atomgewichte des Jods und Broms, denn sie bestätigen die früher in meinen Vorlesungen ausgesprochene Vermuthung, daß vielleicht das Atomengewicht des Broms das arithmetische Mittel der Atomengewichte des Chlors und Jods sey. Dieses Mittel ist nämlich  $\frac{35,470+126,470}{2}=80,470$ , eine Zahl, welche zwar etwas

größer ist als die von Berzelius gefundene (78,383), aber doch dieser so nahe kommt, daß man fast hoffen darf, die Differenz werde bei (künftigen) wiederholten scharfen Bestimmungen der Atomengewichte dieser drei Salzbilder ganz verschwinden. Zu jener Vermuthung gab ein bereits vor 12 Jahren gemachter Versuch, die Stoffe nach ihrer Analogie zu gruppiren, Anlaß, und wobei ich fand, daß das spezifische Gewicht und das Atomengewicht der Strontianerde sehr nahe das arithmetische Mittel des spec. Gewichte und der Atomengewichte des Kalk und der Baryterde ist, denn  $\frac{356,019(=\text{Ca})+956,880(=\text{Ba})}{2}=656,449(=\text{Sr})$ , und die Erfahrung giebt für dieselbe, nämlich für die Strontianerde, die Zahl 647,285.

In der Gruppe der Alkalien steht in dieser Hinsicht das Natron in der Mitte, denn setzt man für das Lithion die von Gmelin bestimmte Atomzahl=195,310, und die für das Kali=589,916, so ist das arithmetische Mittel dieser Zahlen

$\frac{195,310+589,916}{2}=392,613$ , was der von Berzelius bestimmten Atomzahl des Natrons=390,897 sehr nahe kommt.

Text 2. Béguyer de Chancourtois: Aufstellung eines Perioden-  
systems in Form einer "tellurischen Schraube"

Des études géologiques poursuivies dans la voie que M. Élie de Beaumont a définitivement ouverte par sa Note sur les émanations volcaniques et métallifères, m'ont conduit, pour l'achèvement d'un Mémoire de lithologie en cours de rédaction, à un classement naturel des corps simples ou radicaux par un système graphique hélicoïdal reposant sur l'emploi de nombres que j'appelle nombres caractéristiques ou caractères numériques. ...

Je trace sur un cylindre à base circulaire une hélice coupant les génératrices à  $45^{\circ}$ , j'adopte la spire comme unité de longueur, et je porte sur l'hélice, à partir d'une origine fixe, des longueurs mesurées par les différents nombres caractéristiques pris dans la série où l'unité est le nombre de l'oxygène. Les extrémités de ces longueurs marquent sur le cylindre des points que j'appelle également points caractéristiques ou caractères géométriques et que je distingue par les notations usitées pour les différents corps. On aura évidemment les memes points en prenant comme unité de longueur le  $\frac{1}{16}$  de la spire et en portant des longueurs mesurées par les nombres de la série où l'unité caracttérise l'hydrogène.

L'ensemble des points ainsi déterminés constitue le tableau graphique de ma classification, que l'on exécutera facilement sur un plan en supposant la surface du cylindre développée, et à l'aide duquel j'énonce ainsi la proposition fondamentale de mon système: Les rapports des propriétés des corps sont manifestés par des rapports simples de position de leurs points caractéristiques. Par exemple, l'oxygène, le soufre, le sélénium, le tellure, le bismuth s'alignent sensiblement sur une génératrice, tandis que le magnésium, le calcium, le fer, le strontium, l'urane, le baryum s'alignent sur une génératrice opposée; à côté de la première figurent d'une part l'hydrogène et le zinc, d'autre part le brom et l'iode, le cuivre et le plomb; à côté de la deuxième s'alignent le lithium, le sodium, le potassium et le manganèse, etc., etc. ...

Enfin, à ne l'envisager qu'au point de vue de la représentation concise des faits acquis, et en le réduisant aux points indiscutables, le tableau géométrique des caractères numériques offre un moyen d'enseigner rapidement une grande somme de notions de physique, de chimie, de minéralogie, de géologie. J'espère donc que mon classement naturel des corps simples ou radicaux, pouvant rendre service à divers égards, aura besoin, comme toute chose usuelle, d'être désignée facilement, et, d'après son mode de réalisation et son origine, je lui donne le nom significatif de vis tellurique.

### Text 3. Newlands: Periodensystem als "Gesetz der Oktaven"

If the elements are arranged in the order of their equivalents, with a few slight transpositions, as in the accompanying table, it will be observed that elements belonging to the same group usually appear on the same horizontal line.

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 53
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 25	Sr 31	Bd 38	Ba & V 45	Pb 54
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 24	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Th 56
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Hg 52
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Os 51

(Note. - Where two elements happen to have the same equivalent, both are designated by the same number.)

It will also be seen that the numbers of analogous elements generally differ either by 7 or by some multiple of seven; in other words, members of the same group stand to each other in the same relations as the extremities of one or more octaves in music. Thus, in the nitrogen group, between nitrogen and phosphorus there are 7 elements; between phosphorus and arsenic, 14; between arsenic and antimony, 14; and lastly, between antimony and bismuth, 14 also.

This peculiar relationship I propose to provisionally term the "Law of Octaves".

Text 4. Hinrichs: Aufstellung eines Periodensystems aufgrund geometrischer Überlegungen über die Struktur der Atome

3. Wir wollen daher annehmen, dass Alles der materiellen Natur aus einem einzigen Stoffe hervorgegangen ist. Dieses ursprüngliche Element nennen wir füglich Pantogen. ...

7. Pantogen-Atom kürzen wir ab als Pantatom; das Gewicht eines solchen setzen wir als Einheit. ...

10. Verbindungsweisen in einer Ebene sind für gleiche materielle Punkte nur zwei möglich: als Ecken eines gleichseitigen Dreiecks oder Quadrats. Demgemäss ergeben sich zweierlei Pantogen-Verbindungen der Elemente; nämlich Trigonoide und Tetragonoide. ...

13. Indem diese Pantatom-Platten sich vertikal übereinander lagern, entstehen Prismen als die Atome der Elemente. Diese Lagerung ist durch die Mechanik absolut geboten. ...

16. Die Eigenschaften der Elemente sind hier als mathematische Functionen des Gewichts  $g$ , der Höhe  $m$  und des Durchschnitts  $a$  zu betrachten, indem diese 3 Grössen die Zahl und Lage der Pantatome völlig bestimmen. Die Allgemeinere von diesen Grössen ist aber  $a$ , die Form der Basis des Atoms; also wird der allgemeine Charakter des Elementes bestimmt sein durch  $a$ , während die besondere Bestimmung dieses Charakters durch  $m$ , die Höhe, ausgedrückt wird.

17. Dadurch ist die natürliche Klassifikation der Elemente gegeben. Sie zerfallen in 2 Ordnungen (die Trigonoide und die Tetragonoide) nach der gegenseitigen Verbindung der Pantatome im Durchschnitt. Jede Ordnung zerfällt in Genera nach der äusseren Form der Gestalt. ... Die Species (das Element) wird bestimmt durch das Atometer  $m$ . ...

36. Zur Veranschaulichung der im Vorstehenden erhaltenen mechanischen oder rationellen Klassifikation der Elemente stelle ich sie in folgender Zeichnung dar. Das Pantogen bildet den Mittelpunkt, die Genera sind nach ihrem Querschnitt in Strahlen dieses Punktes dargestellt und die Species werden in diesen Strahlen dort verzeichnet, wo der Abstand vom Mittelpunkte dem Atogramm  $g$  gleichkömmt.

Text 5. Meyer: Atomvolumina als periodische Funktion des  
Atomgewichts

Wollen wir aber die Natur der Elemente in ihrer Abhängigkeit von der Größe ihres Atomgewichtes darstellen, so müssen wir die Aenderung jeder Eigenschaft von Element zu Element schrittweise verfolgen. Hierfür einen Ausgangspunkt zu gewinnen, ist der Zweck nachfolgender Betrachtungen.

Eine der Eigenschaften, welche mit dem Atomgewicht ziemlich regelmäßig sich ändert, ist die Raumerfüllung der Elemente, das Atomvolumen. Tafel III. giebt eine graphische Darstellung seiner Aenderungen in ihrer Abhängigkeit von den Aenderungen der Atomgewichte. Als Abscissen einer Curve sind den Atomgewichten proportionale Längen, als Ordinaten solche, welche den zugehörigen Atomvoluminibus der Elemente im festen Zustande (nur für das Chlor im flüssigen), also dem Quotienten aus Atomgewicht und Dichte proportional sind, aufgetragen. Als Einheiten sind das Atomgewicht des Wasserstoffs und die Dichte des Wassers genommen. Die Endpunkte der aufeinander folgenden Ordinaten sind durch eine fortlaufende Curve verbunden worden, um die Aenderungen, welche das Atomvolumen mit wachsendem Atomgewicht erleidet, deutlicher ersichtlich zu machen. Wo die Kenntniß des Atomvolumens eines oder mehrerer Elemente mangelt, ist die Curve punktirt gezeichnet, und die Atomzeichen der in dieselbe fallenden Elemente sind in Cursivschrift, sonst in stehender Druckschrift angegeben.

Man sieht aus dem Verlaufe der Curve sofort, daß die Raumerfüllung der Elemente, eben so wie ihr chemisches Verhalten, eine periodische Funktion der Größe ihres Atomgewichtes ist. Wie das Atomgewicht wächst, nimmt das Atomvolumen regelmäßig ab und zu. Die Curve, welche seine Aenderungen darstellt, wird durch fünf Maxima in sechs Abschnitte zerlegt, welche etwa die Form an einander gereihter Kettenlinien zeigen, von denen die zweite und dritte und eben so die vierte und fünfte einander ziemlich ähnlich sind und nahezu gleichen Stücken der Abscissenaxe entsprechen. ...

Betrachtet man nun die Stellung der Elemente auf der Curve, so findet man an entsprechenden Stellen der einander ähnlichen Curvenstücke Elemente mit ähnlichen Eigenschaften.

## Text 6. Mendelejew: Aufstellung eines Periodensystems

Ich bezeichne als periodisches Gesetz die weiter zu entwickelnden gegenseitigen Verhältnisse der Eigenschaften der Elemente zu deren Atomgewichten, welche auf alle Elemente anwendbar sind; diese Verhältnisse besitzen die Form einer periodischen Function. ...

Aus dem Vorhergehenden, sowie aus anderen von mir bis jetzt ausgeführten Zusammenstellungen folgt, daß alle Functionen, durch welche die Abhängigkeit der Eigenschaften von dem Gewicht der Atome ausgedrückt wird, sich als periodische kennzeichnen. Erst verändern sich die Eigenschaften der Elemente entsprechend den zunehmenden Atomgewichten, dann wiederholen sie sich in einer neuen Reihe von Elementen, einer neuen Periode, mit derselben Regelmäßigkeit, wie in der vorhergehenden Reihe. Daher kann das periodische Gesetz folgendermaßen ausgedrückt werden: die Eigenschaften der Elemente (folglich auch der aus ihnen gebildeten einfachen und zusammengesetzten Körper) befinden sich in periodischer Abhängigkeit von deren Atomgewichten. ...

Zur weiteren Erklärung aller obigen Aussagen folgen zwei Tabellen. In der ersten sind die Elemente nebst ihren Atomgewichten in großen Perioden geordnet zusammengestellt; in der zweiten sind dieselben in Gruppen und Reihen geordnet, und zwar so, daß die Unterschiede in den paaren und unpaaren Reihen deutlich hervortreten.

## Text 7. Mendelejew: Voraussage der Eigenschaften des Ekasiliciums (Germaniums)

Schon aus dem Vorhergehenden erhellt, daß durch das periodische Gesetz die Möglichkeit geboten ist, über unbekannte Eigenschaften solcher Elemente, deren Atomanaloga bekannt sind, zu urtheilen. Weiter ist aus den Tabellen (I und II), in welchen die periodischen Verhältnisse der Elemente ausgedrückt sind, zu sehen, daß bis jetzt mehrere Elemente, welche in den Reihen zu erwarten sind, fehlen. Ich will daher die Eigenschaften einiger zu erwartenden Elemente beschreiben, um zu einem neuen, vollkommen klaren, wenn

auch nur in Zukunft möglichen Beweise von der Richtigkeit des vorliegenden periodischen Gesetzes zu verhelfen. Zugleich ist in den vorher bestimmten Eigenschaften unbekannter Elemente eine Möglichkeit sie zu entdecken gegeben, weil die Reactionen ihrer Verbindungen sich voraussagen lassen. ...

Bedeutend schärfere Kennzeichen müssen die in der fünften Reihe fehlenden zwei Elemente (aus der dritten und vierten Gruppe) besitzen. Sie kommen in dieser Reihe zwischen Zn = 65 und As = 75 zustehen und werden sich mit Al und Si atomanalog verhalten; daher wollen wir das eine Ekaaluminium und das andere Ekasilicium benennen. Da sie zu einer unpaaren Reihe gehören, so werden sie flüchtige metallorganische und Chlorverbindungen (wasserfrei) geben, jedoch mehr saure Eigenschaften besitzen, als ihre Analoga aus der vierten Reihe, Eb und Ti. Die Metalle müssen leicht zu erhalten sein, durch Reduction mit Kohle oder Natrium. Ihre Schwefelverbindungen werden in Wasser unlöslich sein und  $Ea^2S^3$  wird durch Schwefelammonium gefällt werden, während  $EsS^2$  in demselben wahrscheinlich löslich sein wird. Das Atomgewicht des Ekaaluminiums wird ungefähr  $Ea = 68$  sein, dasjenige des Ekasiliciums  $Es = 72$ . Die spec. Gewichte werden ungefähr  $Ea = 6,0$ ,  $Es = 5,5$  sein, oder die Volume annähernd  $Ea = 11,5$ ,  $Es = 13$ , weil die Volume von Zn = 9, As = 14, Se = 18 sind. Dieselben Zahlen erhält man, wenn man für Ea die Volume von Al, In, Tl und für Es von Si, Sn und Pb vergleicht, weil dieselben Atomanaloga von Ea und Es sind. So ist das Volum von Si = 11, von Sn = 16, folglich von Es = 13. ...

Das Ekasilicium wird aus  $EsO^2$  oder  $EsK^2F^6$  durch Einwirkung von Na zu erhalten sein; es wird Wasserdampf nur schwierig zersetzen, auf Säuren nur schwach einwirken, leichter auf Alkalien. Dasselbe wird ein schwer schmelzbares dunkelgraues Metall vorstellen, welches beim Glühen in pulverförmiges schwer schmelzbares Oxyd  $EsO^2$  übergehen wird. Das spec. Gewicht des Oxyds wird gegen 4,7 sein, entsprechend dem Volum, welches nach den Volumen von  $SiO^2$  und  $SnO^2$  zu urtheilen ungefähr = 22 sein wird. Im äußeren Ansehen, wahrscheinlich auch in den Krystallformen, in den Eigenschaften und in den Reactionen wird dasselbe  $TiO^2$  nahe stehen.

Text 8. Winkler: Übereinstimmung des Germaniums mit dem von  
Mendelejew vorausgesagten Ekasilicium

Die Vierwerthigkeit des Germaniums ist inmittelst zur unumstösslichen Thatsache geworden, und es kann keinem Zweifel mehr unterliegen, dass das neue Element nichts Anderes, als das vor fünfzehn Jahren von Mendelejeff prognosticirte "Ekasilicium" ist.

Diese Identität ist auf Grund der anfangs von mir gegebenen, kurzen und noch sehr unvollkommenen Charakteristik des Germaniums zuerst, und zwar mit vollster Entschiedenheit, von V.v.Richter behauptet worden. Fast gleichzeitig äusserte sich Mendelejeff, der verdienstvolle Schöpfer des periodischen Systems, dahin, dass zwar mehrere der von mir angegebenen Eigenschaften des Germaniums an diejenigen des Ekasiliciums gemahnten, dass aber die beobachtete Flüchtigkeit des Elementes auf die Möglichkeit hindeute, es an anderer Stelle in das periodische System einreihen zu müssen. Lothar Meyer erklärte das Germanium von Anfang an als Ekasilicium, hinzufügend, dass dasselbe der von ihm gegebenen Atomvolumencurve zufolge, Mendelejeff's Annahme entgegen, leicht schmelzbar und wohl auch leicht verdampfbar sein müsse. Damals war das Germanium noch nicht im regulinischen Zustande dargestellt worden; um so beachtenswerther ist es, dass, wie sich unten zeigen wird, Lothar Meyer's Voraussetzung in gewissem Grade wirklich eingetroffen ist.

Hat man es nun im Germanium an sich schon mit einem sehr merkwürdigen Elemente zu thun, dessen Studium hohen Genuss gewährt, so bildet die Ergründung seiner Eigenschaften noch insofern eine ungewöhnlich fesselnde Aufgabe, als sie thatsächlich zum Prüfstein des menschlichen Scharfsinns wird. Denn einen schlagenderen Beweis für die Richtigkeit der Lehre von der Periodicität der Elemente, als den, welchen die Verkörperung des bisher hypothetischen "Ekasiliciums" in sich schliesst, kann es kaum geben, und er bildet in Wahrheit mehr, als die blosse Bestätigung einer kühn aufgestellten Theorie, er bedeutet eine eminente Erweiterung des chemischen Gesichtsfeldes, einen mächtigen Schritt in's Reich der Erkenntniss.

Text 9. Ramsay, Travers: Einordnung der Edelgase in das Periodensystem

It will be seen from what follows that the inert gases of the atmosphere form a well-defined series parallel to that of the halogens, and of the metals of the alkalies. Thus we have:

?	Fluorine	Chlorine	Bromine	Iodine
Helium	Neon	Argon	Krypton	Xenon
Lithium	Sodium	Potassium	Rubidium	Caesium

It is unlikely that any gas possessing an atomic weight higher than that of xenon is to be found in atmospheric air. The question as to the precursor of helium will be discussed later. The atomic weights of these gases are taken as twice their densities, on the apparently well-founded assumption that the ratio 1.66 between the specific heat at constant volume and that at constant pressure implies that the molecule and the atom are identical. If this assumption, which is fully justified on physical grounds, is denied, then these elements can find no place in the periodic table. This conclusion, as will be shown when the question of their atomic weights is discussed, is wholly untenable.

Text 10. Moseley: Kernladungszahl als entscheidende Größe für die Einordnung der Elemente im Periodensystem

A discussion will now be given of the meaning of the wave-lengths found for the principal spectrum-line  $\alpha$ . In Table I. the values are given of the quantity

$$Q = \sqrt{\frac{\nu}{\frac{3}{4} \nu_0}}$$

$\nu$  being the frequency of the radiation  $\alpha$ , and  $\nu_0$  the fundamental frequency of ordinary line spectra. The latter is obtained from Rydberg's wave-number,  $N_0 = \nu / c = 109,720$ . The reason for introducing this particular constant will be given later. It is at once evident that  $Q$  increases by a constant amount as we pass from one element to the next, using the chemical order of the

elements in the periodic system. Except in the case of nickel and cobalt, this is also the order of the atomic weights. While, however,  $Q$  increases uniformly the atomic weights vary in an apparently arbitrary manner, so that an exception in their order does not come as a surprise. We have here a proof that there is in the atom a fundamental quantity, which increases by regular steps as we pass from one element to the next. This quantity can only be the charge on the central positive nucleus, of the existence of which we already have definite proof. Rutherford has shown, from the magnitude of the scattering of  $\alpha$  particles by matter, that this nucleus carries a + charge approximately equal to that of  $A/2$  electrons, where  $A$  is the atomic weight. Barkla, from the scattering of X rays by matter, has shown that the number of electrons in an atom is roughly  $A/2$ , which for an electrically neutral atom comes to the same thing. Now atomic weights increase on the average by about 2 units at a time, and this strongly suggests the view that  $N$  increases from atom to atom always by a single electronic unit. We are therefore led by experiment to the view that  $N$  is the same as the number of the place occupied by the element in the periodic system. This atomic number is the for H 1 for He 2 for Li 3 ... for Ca 20 ... for Zn 30, &c. This theory was originated by Broek and since used by Bohr. We can confidently predict that in the few cases in which the order of the atomic weights  $A$  clashes with the chemical order of the periodic system, the chemical properties are governed by  $N$ ; while  $A$  is itself probably a complicated function of  $N$ . The very close similarity between the X-ray spectra of the different elements shows that these radiations originate inside the atom, and have no direct connexion with the complicated light-spectra and chemical properties which are governed by the structure of its surface.

Text 11. Pauli: Aufstellung des "Pauli-Prinzips"; Ableitung der Länge der Perioden im Periodensystem

Neuerdings wurde nun hinsichtlich des Problems des Abschlusses der Elektronengruppen im Atom ein wesentlicher Fortschritt durch Überlegungen von E.C.Stoner erzielt. Dieser Verfasser schlägt

zunächst ein Schema für den Atombau der Edelgase vor, bei welchem im Gegensatz zu Bohr kein Öffnen einer abgeschlossenen Untergruppe durch das Hinzukommen weiterer Elektronen derselben Hauptgruppe zugelassen wird, so daß die Anzahl der Elektronen in einer abgeschlossenen Untergruppe nur vom Werte von  $k$ , nicht aber vom Werte von  $n$ , das heißt vom Vorhandensein weiterer Untergruppen derselben Hauptgruppe abhängen soll. ...

Wir können nun diese Vorstellung von Stoner präzisieren und verallgemeinern, wenn wir die im vorigen Paragraphen besprochene Auffassung der Komplexstruktur der Spektren und des anomalen Zeemaneffektes auf den Fall des Vorhandenseins von äquivalenten Elektronen im Atom anwenden. Wir sind dort, auf die Möglichkeit der Aufrechterhaltung der Permanenz der Quantenzahlen gestützt, dazu gelangt, jedes Elektron im Atom außer durch die Hauptquantenzahl  $n$  durch die beiden Nebenquantenzahlen  $k_1$  und  $k_2$  zu charakterisieren. In starken Magnetfeldern kam noch eine Impulsquantenzahl  $m_1$  für jedes Elektron hinzu und es kann überdies neben  $k_1$  und  $m_1$  statt  $k_2$  auch eine Quantenzahl  $m_2$  des magnetischen Momentes verwendet werden. Zunächst sehen wir, daß die Verwendung der beiden Quantenzahlen  $k_1$  und  $k_2$  für jedes Elektron mit der Stonerschen Unterteilung der Bohrschen Untergruppen im besten Einklang ist. Sodann können wir durch Betrachtung des Falles starker Magnetfelder das Ergebnis von Stoner, wonach die Anzahl der Elektronen in einer abgeschlossenen Untergruppe mit der Anzahl der entsprechenden Terme des Zeemaneffektes der Alkalispektren übereinstimmt, auf folgende allgemeine Regel über das Vorkommen von äquivalenten Elektronen im Atom zurückführen:

Es kann niemals zwei oder mehrere äquivalente Elektronen im Atom geben, für welche in starken Feldern die Werte aller Quantenzahlen  $n$ ,  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $m_1$  (oder, was dasselbe ist,  $n$ ,  $k_1$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ) übereinstimmen. Ist ein Elektron im Atom vorhanden, für das diese Quantenzahlen (im äußeren Felde) bestimmte Werte haben, so ist dieser Zustand "besetzt". ...

Zunächst sehen wir, daß das Resultat von Stoner und damit die Periodenlänge 2, 8, 18, 32, ... im natürlichen System in unserer Regel unmittelbar enthalten sind.

## 5 Theorien der chemischen Bindung

## Text 1. Berzelius: Elektrochemische Theorie der Bindung

Unsere Erfahrungen über das gegenseitige elektrische Verhalten der Körper haben uns gelehrt, daß letztere sich in zwei Klassen, nämlich in electropositive und in electronegative, eintheilen lassen. Die einfachen Körper, welche der ersten Klasse angehören, und ihre Oxide, nehmen allezeit positive Elektrizität an, wenn sie mit einfachen Körpern der zweiten Klasse, oder mit ihren Oxiden in Berührung kommen, und die Oxide der ersten Klasse verhalten sich zu den Oxiden der zweiten stets wie Salzbasen zu Säuren. ...

Der Sauerstoff ist der elektronegativste aller Körper. Da er sich niemals gegen irgend einen andern Körper positiv verhält, und es nach allen bisher bekannten chemischen Erscheinungen wahrscheinlich ist, daß kein Element unsers Erdkörpers in höherem Grade elektronegativ seyn könne, als der Sauerstoff; so legen wir ihm absolute Negativität bei. ...

Hieraus folgt von selbst, daß ohne Corpuscular-Theorie keine Vorstellung von der elektrischen Polarität der Körper möglich ist. Nehmen wir aber an, daß die Körper aus Atomen bestehen, so können wir uns auch vorstellen, daß jedes dieser Atome eine elektrische Polarität besitze, von welcher die elektrochemischen Erscheinungen ihrer Zusammenhäufungen herrühren, und auf deren ungleicher Intensität die Verschiedenheit der Kraft beruht, womit sie ihre Verwandtschaften ausüben. ...

Wenn es mit den bisher entwickelten elektrochemischen Ansichten seine Richtigkeit hat; so folgt daraus, daß alle chemische Vereinigungen nur auf zwei entgegengesetzten Kräften, auf positiver und negativer Elektrizität beruhen, und daß sonach jede Verbindung aus zwei Bestandtheilen zusammengesetzt seyn müsse, die durch ihre elektrochemische Reaktion zusammen vereinigt werden; vorausgesetzt, daß es keine dritte Kraft giebt. Daraus folgt

ferner, daß jeder zusammengesetzte Körper, er mag übrigens so viele Bestandtheile enthalten, als er wolle, in zwei Theile getheilt werden könne, wovon der eine positiv- der andere negativ-elektrisch ist. So besteht z.B. das schwefelsaure Natron nicht aus Schwefel, Sauerstoff und Natrium, sondern aus Schwefelsäure und Natron, welche wieder jedes für sich in einen elektropositiven und einen elektronegativen Bestandtheil zerfällt werden können.

## Text 2. Wöhler und Liebig: Postulierung eines Radikals der Benzoessäure

Indem wir die in der vorstehenden Abhandlung beschriebenen Verhältnisse noch einmal überblicken und zusammenfassen, finden wir, dass sie sich alle um eine einzige Verbindung gruppieren, welche fast in allen ihren Vereinigungs-Verhältnissen mit andern Körpern ihre Natur und ihre Zusammensetzung nicht ändert. Diese Beständigkeit, diese Consequenz in den Erscheinungen, bewog uns, jene Verbindung als einen zusammengesetzten Grundstoff anzunehmen, und dafür eine besondere Benennung, den Namen Benzoyl, vorzuschlagen.

Die Zusammensetzung dieses Radikals haben wir durch die Formel  $14\text{ C} + 10\text{ H} + 2\text{ O}$  ausgedrückt.

In Verbindung mit 1 Atom Sauerstoff bildet das Benzoyl die wasserfreie Benzoessäure, und in Verbindung mit 1 Atom Sauerstoff und 1 Atom Wasser die krystallisirte.

Mit 2 Atomen Wasserstoff bildet es das blausäurefreie, reine Bittermandelöl. In dem sich dieses an der Luft in krystallisirte Benzoessäure verwandelt, nimmt es 2 Atome Sauerstoff auf, wovon das eine mit dem Radikal Benzoessäure, das andere mit den 2 Atomen Wasserstoff das Wasser der krystallisirten Säure erzeugt.

Die Stelle des Wasserstoffs in dem Oel, oder des Sauerstoffs in der Benzoessäure, kann ferner durch Chlor, Brom, Jod, Schwefel und Cyan vertreten werden, und die daraus hervorgehenden Körper, vergleichbar mit den entsprechenden Phosphorverbindungen, bilden

alle, durch Zersetzung mit Wasser, auf der einen Seite eine Wasserstoffsäure und auf der anderen Benzoesäure.

Das Vertreten der 2 At. Wasserstoff in dem reinen Bittermandelöl durch die Salzbilder scheint uns in allen Fällen ein scharfer Beweis für die Annahme zu seyn, dass dieser Wasserstoff mit den andern Elementen in einer besondern Art von Verbindung ist; diese besondere Art der Verbindung lässt sich durch den Begriff von Radikal, der aus der unorganischen Chemie entlehnt ist, mehr andeuten als scharf bezeichnen.

Text 3. Dumas: Umwandlung der Essigsäure in Trichloressigsäure als Beweis für die Gültigkeit der Substitutionstheorie

C'est un acide organique, en effet, car il s'agit du vinaigre, de l'acide acétique, dans lequel je suis parvenu à faire disparaître tout l'hydrogène et à le remplacer par du chlore. C'est donc du vinaigre sans hydrogène, du vinaigre chloré; mais chose remarquable, au moins pour ceux qui répugnent à trouver dans le chlore un corps capable de se substituer à l'hydrogène dans le sens exact et complet du mot, le vinaigre chloré est toujours un acide, comme le vinaigre ordinaire: son pouvoir acide n'a pas changé. Il sature la même quantité de base qu'auparavant; il la sature également bien, et les sels auxquels il donne naissance, comparés aux acétates, présentent des rapprochements pleins d'intérêt et de généralité.

Voilà donc un nouvel acide organique dans lequel il entre une quantité de chlore très considérable, et qui n'offre aucune des réactions du chlore, dans lequel l'hydrogène a disparu, remplacé par du chlore, et qui n'a éprouvé de cette substitution si étrange qu'un léger changement dans ses propriétés physiques. Tous les caractères essentiels de la substance sont demeurés intacts; ceux qui se sont altérés ont éprouvé des modifications si nettes que l'on peut prévoir et calculer en quelque sorte toutes les propriétés du nouvel acide et celles des composés qu'il produit. ...

Pour le moment, de la conversion de l'acide acétique en acide chloracétique, de celle de l'aldéhyde<sup>en</sup> chloraldéhyde; de ce fait que tout l'hydrogène de ces corps est remplacé par du chlore en volume égal, sans que leur caractère fondamental soit changé, il faut bien conclure:

Qu'en Chimie organique il existe certains types qui se conservent alors même qu'à la place de l'hydrogène qu'ils renferment on vient à introduire des volumes égaux de chlore, de brome ou d'iode;

C'est-à-dire que la théorie des substitutions repose sur des faits, et sur les faits les plus éclatants de la Chimie organique.

Text 4. Gerhardt: Aufstellung der vier Typen Wasser, Wasserstoff, Salzsäure und Ammoniak

Dans l'état de la science, les composés organiques peuvent être ramenés à trois ou à quatre types, susceptibles chacun de donner des séries semblables à celles que présentent l'acide formique et l'acide stéarique, la potasse et l'acide sulfurique; ces types sont:

L'eau	$H^2O$ ,
L'hydrogène	$H^2$ ,
L'acide chlorhydrique	$HCl$ ,
L'ammoniaque	$H^3N$ .

En échangeant leur hydrogène contre certains groupes, ces types donnent naissance aux acides; aux alcools, aux éthers, aux hydrures, aux radicaux, aux chlorures organiques, aux acétons, aux alcalis. ...

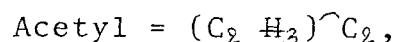
Le type eau, en échangeant la moitié de son hydrogène pour un groupe hydrocarburé  $CH^3$ ,  $C^2H^5$ , etc., donne naissance à un alcool; en échangeant la totalité de son hydrogène pour un semblable groupe, il produit l'éther correspondant.

La même type, en échangeant la moitié de son hydrogène pour un groupe contenant à la fois du carbone, de l'hydrogène et de

l'oxygène, produit un acide monobasique hydraté, semblable à l'acide acétique. Dans le cas où la substitution est effectuée par le même groupe sur les 2 atomes d'hydrogène de l'eau, le produit est l'acide anhydre correspondant; M. Williamson a déjà fait le même rapprochement, dont l'exactitude me semble aujourd'hui parfaitement démontrée par mes expériences. Dans le cas, enfin, où la substitution des 2 atomes d'hydrogène de l'eau est faite mi-partie par un groupe hydrocarboné comme l'éthyle ou le méthyle, et mi-partie par un groupe oxygéné/semblable à celui qui est contenu dans un acide monobasique, on obtient l'éther de cet acide.

#### Text 5. Kolbe: Neue Radikaltheorie

Wenn wir indessen an der Unveränderlichkeit der organischen Radicale weniger streng festhalten, so bietet sich noch eine andere, der vorigen sehr verwandte Hypothese über die chemische Constitution der Essigsäure, wie der Acetylverbindungen überhaupt, dar, welche die Vorzüge jener theilt, ohne zugleich mit ihren Mängeln behaftet zu seyn, nämlich die Hypothese: daß in den Acetylverbindungen ein Acetylradical wirklich existirt, daß dieses jedoch nicht, wie bisher, als ein aus 4 Aeq. Kohlenstoff und 3 Aeq. Wasserstoff bestehender Atomcomplex gedacht werden darf, dessen vier Kohlenstoffäquivalente gleiche Functionen besitzen, daß es vielmehr aus 2 Aeq. Kohlenstoff und Methyl als dessen Paarling zusammengesetzt ist:



worin C ausschließlich den Angriffspunkt für die Verwandtschaftskräfte des Sauerstoffs, Chlors etc. darbietet.

Dieser Betrachtungsweise gemäß würde die Zusammensetzung der bis jetzt bekannten Acetylverbindungen durch folgende rationelle Formeln auszudrücken seyn:

Unteracetyl. Säure	$\text{HO} \cdot (\text{C}_2 \text{H}_3) \text{C}_2, \text{O}$	(Aldehyd)
Acetylige Säure	$\text{HO} \cdot (\text{C}_2 \text{H}_3) \text{C}_2, \text{O}_2$	
Acetylsäure	$\text{HO} \cdot (\text{C}_2 \text{H}_3) \text{C}_2, \text{O}_3$	(Essigsäure)

Acetylchlorid  $(C_2H_3)^{\wedge}C_2, Cl_3$  (éther hydrochlorique-bichloruré)

Acetyl-Bioxyd-Amid  $(C_2H_3)^{\wedge}C_2, \begin{Bmatrix} O_2 \\ NH_2 \end{Bmatrix}$  (Acetamid)

Text 6. Frankland: Einführung des Begriffs der Wertigkeit;  
Annäherung von elektrochemischer Theorie und Typentheorie bei den metallorganischen Verbindungen

When the formulae of inorganic compounds are considered, even a superficial observer is struck with the general symmetry of their construction; the compounds of nitrogen, phosphorus, antimony and arsenic especially exhibit the tendency of these elements to form compounds containing 3 or 5 equivs. of other elements, and it is in these proportions that their affinities are best satisfied; thus in the ternary group we have  $NO_3$ ,  $NH_3$ ,  $NI_3$ ,  $NS_3$ ,  $PO_3$ ,  $PH_3$ ,  $PCl_3$ ,  $SbO_3$ ,  $SbH_3$ ,  $SbCl_3$ ,  $AsO_3$ ,  $AsH_3$ ,  $AsCl_3$ , &c.; and in the five-atom group  $NO_5$ ,  $NH_4O$ ,  $NH_4I$ ,  $PO_5$ ,  $PH_4I$ , &c. Without offering any hypothesis regarding the cause of this symmetrical grouping of atoms, it is sufficiently evident, from the examples just given, that such a tendency or law prevails, and that, no matter what the character of the uniting atoms may be, the combining power of the attracting element, if I may be allowed the term, is always satisfied by the same number of these atoms. ...

The formation and examination of the organo-metallic bodies promise to assist in effecting a fusion of the two theories which have so long divided the opinions of chemists, and which have too hastily been considered irreconcilable; for, whilst it is evident that certain types of series of compounds exist, it is equally clear that the nature of the body derived from the original type is essentially dependent upon the electro-chemical character of its single atoms, and not merely upon the relative position of those atoms.

Text 7. Kekulé: Vierwertigkeit des Kohlenstoffs; Verknüpfung  
der Kohlenstoffatome miteinander

Ich halte es für nöthig und, bei dem jetzigen Stand der chemischen Kenntnisse, für viele Fälle für möglich, bei der Erklärung der Eigenschaften der chemischen Verbindungen zurückzugehen bis auf die Elemente selbst, die die Verbindungen zusammensetzen. Ich halte es nicht mehr für Hauptaufgabe der Zeit, Atomgruppen nachzuweisen, die gewisser Eigenschaften wegen als Radicale betrachtet werden können, und so die Verbindungen einigen Typen zuzuzählen, die dabei kaum eine andere Bedeutung als die einer Musterformel haben. Ich glaube vielmehr, daß man die Betrachtung auch auf die Constitution der Radicale selbst ausdehnen, die Beziehungen der Radicale unter einander ermitteln, und aus der Natur der Elemente ebensowohl die Natur der Radicale, wie die ihrer Verbindungen herleiten soll. ...

Betrachtet man nun die einfachsten Verbindungen des Kohlenstoffs (Grubengas, Methylchlorid, Chlorkohlenstoff, Chloroform, Kohlensäure, Phosgengas, Schwefelkohlenstoff, Blausäure u.s.w.), so fällt es auf, daß die Menge Kohlenstoff, welche die Chemiker als geringst-mögliche, als Atom erkannt haben, stets 4 Atome eines einatomigen, oder zwei Atome eines zweiatomigen Elementes bindet; daß allgemein die Summe der chemischen Einheiten der mit einem Atom Kohlenstoff verbundenen Elemente gleich 4 ist. Dieß führt zu der Ansicht, daß der Kohlenstoff vieratomig (oder vierbasisch) ist.

Für Substanzen, die mehrere Atome Kohlenstoff enthalten, muß man annehmen, daß ein Theil der Atome wenigstens ebenso durch die Affinität des Kohlenstoffs in der Verbindung gehalten werde, und daß die Kohlenstoffatome selbst sich aneinander lagern, wobei natürlich ein Theil der Affinität des einen gegen einen eben so großen Theil der Affinität des andern gebunden wird.

Text 8. Couper: Verknüpfung der Kohlenstoffatome miteinander;  
Vierwertigkeit des Kohlenstoffs; erste Strukturformeln

Pour le moment toutefois, il est impossible de remonter à des éléments plus simples. Il est donc nécessaire provisoirement de partir des affinités et des propriétés découvertes dans les éléments, pour arriver à la théorie de leurs combinaisons.

Comme application de cette méthode, considérons maintenant le seul élément carbone. Ce corps possède deux caractères qui le distinguent particulièrement.

1<sup>o</sup>. Il entre en combinaison avec des nombres égaux d'équivalents d'hydrogène, de chlor, d'oxygène, de soufre, etc.

2<sup>o</sup>. Il entre en combinaison avec lui-même.

Dans mon opinion, ces deux propriétés suffisent pour expliquer tout ce que la chimie organique présente de caractéristique; c'est que je démontrerai plus loin.

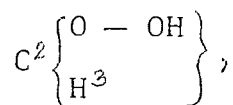
La seconde de ces propriétés est, je crois, signalée ici pour la première fois. ....

Le carbone ne se combinant qu'en deux degrés différents et chaque fois par deux atomes (fait que l'on peut vérifier aisément dans toute la chimie organique), cette propriété fondamentale de l'élément peut légitimement fournir deux grands types pour toutes les combinaisons dans lesquelles il entre.

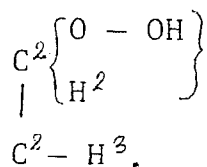
Le premier type sera  $nC^2M^4$ , et le second  $nC^2M^4 - mM^2$ , où m est un nombre moindre que n.

Les alcools de la forme éthylique, leurs éthers, les acides gras, etc., rentrent dans le premier type.

Ainsi l'esprit-de-bois a pour formule



et l'alcool



On remarquera que, dans ces exemples, la puissance de combinaison de chaque double atome de carbone est de 4; c'est là la dernière limite de combinaison du carbone dans tous les corps obtenus jusqu'à ce jour.

#### Text 9. Butlerow: Erweiterung der Valenztheorie zur chemischen Strukturtheorie

Wir wissen zwar nicht, welcher Zusammenhang zwischen der chemischen Einwirkung, die die Atome im Inneren des zusammengesetzten Molecül's auf einander ausüben, und ihrer gegenseitigen mechanischen Lage stattfindet, wir wissen sogar nicht, ob in einem zusammengesetzten Molecül, zwei unmittelbar chemisch auf einander wirkende Atome unmittelbar neben einander liegen, aber wir können doch, den Begriff der physicalischen Atome gänzlich unberücksichtigt lassend, nicht leugnen, dass die chemischen Eigenschaften eines Körpers besonders durch den chemischen Zusammenhang der ihn constituirenden Elemente bedingt werden. Von der Annahme ausgehend, dass einem jeden chemischen Atome nur eine bestimmte und beschränkte Menge der chemischen Kraft (Affinität), mit welcher es an der Bildung eines Körpers Theil nimmt, innewohnt, möchte ich diesen chemischen Zusammenhang, oder die Art und Weise der gegenseitigen Bindung der Atome in einem zusammengesetzten Körper, mit dem Namen der chemischen Structur bezeichnen.

Die bekannte Regel, welche sagt, dass die Natur eines zusammengesetzten Molecül's durch die Natur, die Quantität und die Anordnung seiner elementaren Bestandtheile bedingt wird, könnte dann vorläufig folgendermassen umgeändert werden: die chemische Natur eines zusammengesetzten Molecül's wird durch die Natur und die Quantität seiner elementaren Bestandtheile und durch seine chemische Structur bestimmt. ...

Werden wir nun, so weit es möglich, die chemische Structur der Körper zu bestimmen suchen und gelingt es uns dieselbe in unseren Formeln auszudrücken, so werden diese Formeln in einem gewissen, obgleich noch unvollständigen Grade, wirklich-rationelle Formeln sein. - Für jeden Körper wird in diesem Sinne nur Eine solche

rationelle Formel möglich, und wenn die allgemeinen, die Abhängigkeit der chemischen Eigenschaften der Körper von ihrer chemischen Structur regierenden Gesetze abgeleitet sein werden, wird eine solche Formel alle diese Eigenschaften ausdrücken.

#### Text 10. Kekulé: Ringstruktur des Benzols mit alternierenden Doppelbindungen

Diese Thatsachen berechtigen offenbar zu dem Schluß, daß in allen aromatischen Substanzen eine und dieselbe Atomgruppe, oder, wenn man will, ein gemeinschaftlicher Kern enthalten ist, der aus sechs Kohlenstoffatomen besteht. Innerhalb dieses Kerns sind die Kohlenstoffatome gewissermaßen in engerer Verbindung oder in dichterem Aneinanderlagerung. An diesen Kern können sich dann weitere Kohlenstoffatome anlagern, und zwar in derselben Weise und nach denselben Gesetzen, wie dieß bei den Fettkörpern der Fall ist.

Man muß sich also zunächst von der atomistischen Constitution dieses Kernes Rechenschaft geben. Dies gelingt nun sehr leicht durch folgende Hypothese, die sich in so einfacher Weise aus der jetzt allgemein angenommenen Ansicht, der Kohlenstoff sei vieratomig, herleitet, daß eine ausführlichere Entwicklung kaum nöthig ist.

Wenn sich mehrere Kohlenstoffatome mit einander verbinden, so kann dieß zunächst so geschehen, daß sich je eine Verwandtschaftseinheit des einen Atoms gegen eine Verwandtschaftseinheit des benachbarten Atoms bindet. So erklärt sich, wie ich früher gezeigt habe, die Homologie und überhaupt die Constitution aller Fettkörper.

Man kann nun weiter annehmen, daß sich mehrere Kohlenstoffatome so aneinanderreihen, daß sie sich stets durch je zwei Verwandtschaftseinheiten binden; man kann ferner annehmen, die Bindung erfolge abwechselnd durch je eine und durch je zwei Verwandtschaftseinheiten. Die erste und die letzte der erwähnten Ansich-

ten könnten etwa durch die folgenden Perioden ausgedrückt werden:

$$\begin{array}{cccc} \frac{1}{1}, & \frac{1}{1}, & \frac{1}{1}, & \frac{1}{1} \text{ u.s.w.} \\ \frac{1}{1}, & \frac{2}{2}, & \frac{1}{1}, & \frac{2}{2} \text{ u.s.w.} \end{array}$$

Das erste Symmetriegesetz der Aneinanderreihung der Kohlenstoffatome erklärt, wie eben erwähnt, die Constitution der Fettkörper; das zweite führt zur Erklärung der Constitution der aromatischen Substanzen, oder wenigstens des Kernes, der allen diesen Substanzen gemeinsam ist.

Nimmt man nämlich an: sechs Kohlenstoffatome seien nach diesem Symmetriegesetz aneinandergereiht, so erhält man eine Gruppe, die, wenn man sie als offene Kette betrachtet, noch acht nicht gesättigte Verwandtschaftseinheiten enthält ... . Macht man dann die weitere Annahme, die zwei Kohlenstoffatome, welche die Kette schließen, seien untereinander durch je eine Verwandtschaftseinheit gebunden, so hat man eine geschlossene Kette (einen symmetrischen Ring), die noch sechs Verwandtschaftseinheiten enthält ... .

Von dieser geschlossenen Kette nun leiten sich alle die Substanzen ab, die man gewöhnlich als "aromatische Verbindungen" bezeichnet.

#### Text 11. Kekulé: Inspiration zur Benzoltheorie durch eine Art Vision

Ähnlich ging es mit der Benzoltheorie. Während meines Aufenthaltes in Gent in Belgien bewohnte ich elegante Junggesellenzimmer in der Hauptstrasse. Mein Arbeitszimmer aber lag nach einer engen Seitengasse und hatte während des Tages kein Licht. Für den Chemiker, der die Tagesstunden im Laboratorium verbringt, war dies kein Nachtheil. Da sass ich und schrieb an meinem Lehrbuch; aber es ging nicht recht; mein Geist war bei anderen Dingen. Ich drehte den Stuhl nach dem Kamin und versank in Halbschlaf. Wieder gaukelten die Atome vor meinen Augen. Kleinere Gruppen hielten sich diesmal bescheiden im Hintergrund. Mein geistiges Auge, durch wiederholte Gesichte ähnlicher Art ge-

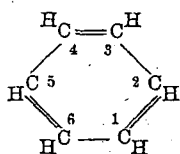
schärft, unterschied jetzt grössere Gebilde von mannigfacher Gestaltung. Lange Reihen, vielfach dichter zusammengefügt; Alles in Bewegung, schlangenartig sich windend und drehend. Und siehe, was war das? Eine der Schlangen erfasste den eigenen Schwanz und höhnisch wirbelte das Gebilde vor meinen Augen. Wie durch einen Blitzstrahl erwachte ich; auch diesmal verbrachte ich den Rest der Nacht um die Consequenzen der Hypothese auszu-  
arbeiten.

#### Text 12. Kekulé: Oszillationstheorie zur Deutung des Bindungs- zustands im Benzol

Die Atome müssen in den Systemen, die wir Molecule nennen, in fortwährender Bewegung angenommen werden. Diese Ansicht ist von Physikern und Chemikern schon häufig ausgesprochen und schon im ersten Theil meines Lehrbuchs wiederholt erörtert worden. Ueber die Form der intramolecularen Atombewegungen hat meines Wissens noch Niemand sich geäußert. ...

Ueberträgt man diese Anschauung auf das Benzol, so erscheint die von mir vorgeschlagene Benzolformel als ein Ausdruck der folgenden Vorstellung. Jedes Kohlenstoffatom prallt in der Zeiteinheit dreimal an andere Kohlenstoffe und zwar an zwei andere Kohlenstoffatome an; einmal an das eine, zweimal an das andere. In derselben Zeiteinheit trifft es auch einmal mit dem Wasserstoff zusammen, welcher während derselben Zeit seine Bahn einmal zurücklegt.

Stellt man nun das Benzol durch die bekannte Sechseckformel dar, und berücksichtigt man irgend eins der sechs Kohlenstoffatome, z.B. das mit 1 bezeichnete:



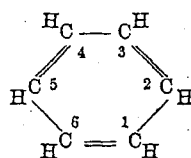
so kann man die Stöße, welche es in der ersten Zeiteinheit erfährt, ausdrücken durch:

1. 2, 6, h, 2,

worin h den Wasserstoff bedeutet. In der zweiten Zeiteinheit wendet sich dasselbe Kohlenstoffatom, welches gerade von 2 kommt, zunächst zu dem Kohlenstoff 6. Seine Stöße während der zweiten Zeiteinheit sind:

2. 6, 2, h, 6.

Während die Stöße der ersten Zeiteinheit durch die oben geschriebene Formel ausgedrückt werden, finden die der zweiten ihren Ausdruck in der folgenden Formel:



Dasselbe Kohlenstoffatom ist also in der ersten Zeiteinheit mit einem der beiden benachbarten, in der zweiten dagegen mit dem anderen der benachbarten Kohlenstoffatome in doppelter Bindung.

Das einfachste Mittel aller Stöße eines Kohlenstoffatoms ergibt sich aus der Summe der Stöße der beiden ersten Zeiteinheiten, die sich dann periodisch wiederholen. Dieses Mittel ist also:

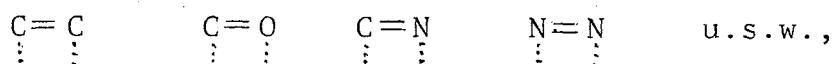
2, 6, h, 2, 6, 2, h, 6;

und man sieht daher, daß jedes Kohlenstoffatom mit den beiden anderen, mit welchen es zusammenstößt, gleich oft zusammenprallt, also zu seinen beiden Nachbarn genau in derselben Beziehung steht. Die gewöhnliche Benzolformel drückt natürlich nur die in Einer Zeiteinheit erfolgenden Stöße, also die eine Phase, aus, und so ist man zu der Ansicht verleitet worden, Biderivate mit den Stellungen 1,2 und 1,6 müßten nothwendig verschieden sein. Wenn die eben mitgetheilte Vorstellung oder eine ihr ähnliche für richtig gehalten werden darf, so folgt daraus, daß diese Verschiedenheit nur eine scheinbare, aber keine wirkliche ist.

Text 13. Thiele: Theorie der Partialvalenzen für ungesättigte Verbindungen

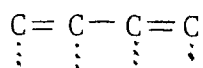
Ich nehme nun an, dass bei den Körpern, welchen eine Doppelbindung zugeschrieben wird, thatsächlich zwei Affinitäten von jedem der beteiligten Atome zur Bindung derselben verwendet werden, dass aber - wegen der Additionsfähigkeit der Doppelbindungen - die Affinitätskraft nicht völlig verbraucht ist und an jedem der Atome noch ein Affinitätsrest oder eine Partialvalenz vorhanden ist, eine Annahme, die sich auch thermisch begründen lässt.

In der Formel könnte man das ausdrücken

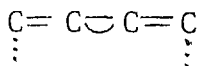


wo das Zeichen  $\vdots$  die Partialvalenz andeuten soll. In der Partialvalenzen sehe ich die Ursache der Additionsfähigkeit.

Das System benachbarter Doppelbindungen  $\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}$  addirt nun Wasserstoff (und, wie ich zeigen werde, auch Brom) an den Enden, indem  $\text{CH}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}$  resp.  $\text{BrC}-\text{C}=\text{C}-\text{CBr}$  entsteht (Reduction doppelt ungesättigter Säuren). Es hat also die Additionsfähigkeit der mittleren Kohlenstoffatome aufgehört. Das Schema



drückt dies nicht aus. Da die mittleren Kohlenstoffatome nicht addiren, haben sie keine Partialvalenzen mehr, die Partialvalenzen müssen sich also ausgeglichen haben, was man durch das Schema



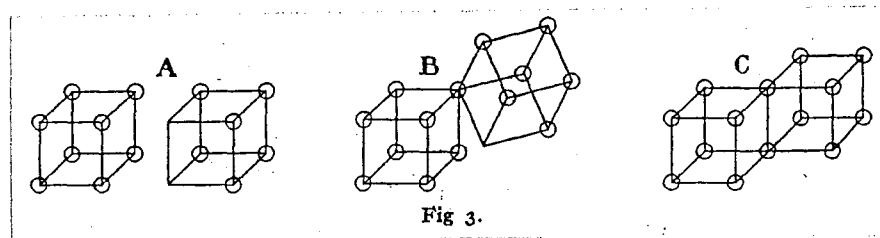
ausdrücken könnte. Es ist eine neue Doppelbindung entstanden, die keine Partialvalenzen trägt und daher als inactive Doppelbindung bezeichnet sei.

## Text 14. Kossel: Elektronentheoretische Deutung der Ionenbindung

Während wir bisher allgemein vom Elektronenaustausch, den einzelne Atome mit der Umgebung pflegten, gehandelt haben, werde nun betrachtet, welches die Folgen sind, wenn wir mehrere (zunächst zwei) Atomsysteme zusammenbringen, die, wie wir uns vorstellen, entgegengesetzte Tendenzen für diesen Austausch besitzen. Trifft etwa ein Halogenatom mit einem Alkalimetallatom zusammen, so bietet sich beiden Gelegenheit, der Tendenz, die sie auch als freie Atome zeigen, zu folgen; das Alkalimetall gibt, wie in der Flamme, das eine weit außen gelegene Elektron ab, das Halogen nimmt es auf, um seinen Ring zu schließen. Beide haften nun elektrostatisch aneinander, da das Halogenatom als Ganzes negativ, das Alkali positiv geladen ist. Diese Ladungen kommen getrennt zum Vorschein, wenn das Molekül in ein Medium hoher Dielektrizitätskonstante gebracht wird, so daß die elektrostatischen Anziehungskräfte geschwächt werden. Werden sie zu gering, um den Stoßkräften der thermischen Agitation das Gleichgewicht zu halten, so trennen sich die Systeme wie sie nunmehr sind: das Halogen behält sein unrechtmäßiges Elektron, ist Anion, das Alkalimetall zeigt Überschuß einer positiven Einheitsladung. Beide haben die chemischen Eigenschaften, die sie als neutrale Atome zeigen, völlig verloren, da sie ihre charakteristische Tendenz gesättigt haben. Diese Tatsache steht hier mit ihrer Aufladung in notwendigem Zusammenhang.

## Text 15. Lewis: Elektronentheoretische Deutung der Atombindung und deren Übergang zur Ionenbindung

As an introduction to the study of substances of slightly polar type we may consider the halogens. In Fig.3 I have attempted



to show the different forms of the iodine molecule  $I_2$ . A represents the molecule as completely ionized, as it undoubtedly is to a measurable extent in liquid iodine. Without ionization we may still have one of the electrons of one atom fitting into the outer shell of the second atom, thus completing its group of eight as in B. But at the same time an electron of the second atom may fit into the shell of the first, thus satisfying both groups of eight and giving the form C which is the predominant and characteristic structure of the halogens. Now, notwithstanding the symmetry of the form C, if the two atoms are for any reason tending to separate, the two common electrons may cling more firmly sometimes to one of the atoms, sometimes to the other, thus producing some dissymmetry in the molecule as a whole, and one atom will have a slight excess of positive charge, the other of negative. This separation of the charges and the consequent increase in the polar character of the molecule will increase as the atoms become separated to a greater distance until complete ionization results. Thus between the perfectly symmetrical and nonpolar molecule C and the completely polar and ionized <sup>molecule</sup> represented by A there will be an infinity of positions representing a greater or lesser degree of polarity.

#### Text 16. Lewis: Formeln für Atom- und Ionenbindung

In order to express this idea of chemical union in symbols I would suggest the use of a colon or two dots arranged in some other manner, to represent the two electrons which act as the connecting links between the two atoms. Thus we may write  $Cl_2$  as  $Cl:Cl$ . If in certain cases we wish to show that one atom in the molecule is on the average negatively charged we may bring the colon nearer to the negative element. Thus we may write  $Na:I$ , and  $I:Cl$ . ...

We may go further and give a complete formula for each compound by using the symbol of the kernel instead of the ordinary atomic symbol and by adjoining to each symbol a number of dots corres-

ponding to the number of electrons in the atomic shell. Thus we may write  $\text{H:H}$ ,  $\text{H}:\ddot{\text{O}}:\text{H}$ ,  $\text{H}:\ddot{\text{I}}::\ddot{\text{I}}:\text{H}$ , but we shall see that in many cases such a formula represents only one of the numerous extreme tautomeric forms. For the sake of simplicity we may also use occasionally formulae which show only those electrons concerned in the union of two atoms, as in the preceding paragraphs.

#### Text 17. Lewis: Bindungspolarisation bei der Atombindung

In the majority of carbon compounds there is very little of that separation of the charges which gives a compound a polar character, although certain groups, such as hydroxyl, as well as those containing multiple bonds, not only themselves possess a decidedly polar character, but increase, according to principles already discussed, the polar character of all neighboring parts of the molecule. ....

In a substance like water the electrons are drawn in from hydrogen to oxygen and we have in the limiting case a certain number of hydrogen atoms which are completely separated as hydrogen ion. The amount of separation of one of the hydrogen atoms, and therefore the degree of ionization, will change very greatly when the other hydrogen atom is substituted by a positive or negative group. As a familiar example we may consider acetic acid, in which one hydrogen is replaced by chlorine,  $\text{H}_2\text{ClCCOOH}$ . The electrons, being drawn towards the chlorine, permit the pair of electrons joining the methyl and carboxyl groups to approach nearer to the methyl carbon. This pair of electrons, exercising therefore a smaller repulsion upon the other electrons of the hydroxyl oxygen, permit these also to shift in the same direction. In other words, all the electrons move toward the left, producing a greater separation of the electrons from the hydrogen of the hydroxyl, and thus a stronger acid. This simple explanation is applicable to a vast number of individual cases.

Text 18. Pauling: Quantenmechanische Berechnung von Atomorbitalen und Voraussage von deren Geometrie

With the aid of the quantum mechanics there is formulated a set of rules regarding electron-pair bonds, dealing particularly with the strength of bonds in relation to the nature of the single-electron eigenfunctions involved. It is shown that one single-electron eigenfunction on each of two atoms determines essentially the nature of the electron-pair bond formed between them; this effect is accentuated by the phenomenon of concentration of the bond eigenfunctions.

The type of bond formed by an atom is dependent on the ratio of bond energy to energy of penetration of the core (s-p separation). When this ratio is small, the bond eigenfunctions are p eigenfunctions, giving rise to bonds at right angles to one another; but when it is large, new eigenfunctions especially adapted to bond formation can be constructed. From s and p eigenfunctions which can be made are four equivalent tetrahedral eigenfunctions, giving bonds directed toward the corners of a regular tetrahedron. These account for the chemist's tetrahedral atom, and lead directly to free rotation about a single bond but not about a double bond and to other tetrahedral properties. A single d eigenfunction with s and p gives rise to four strong bonds lying in a plane and directed toward the corners of a square. These are formed by bivalent nickel, palladium, and platinum. Two d eigenfunctions with s and p give six octahedral eigenfunctions, occurring in many complexes formed by transition-group elements.

Text 19. Ingold: Beschreibung des mesomeren Zustands und seine Abgrenzung gegen die Tautomerie

The recognition of valency exchange degeneracy as a matter of primary importance in relation to the energy and reactivity of organic molecules makes it the more necessary clearly to indicate the nature of the conception. It envisages both completely and incompletely degenerate states collectively called "meso-

meric" states; and these states are described by first setting up "unperturbed structures", which correspond to classical chemical formulae but (according to the theory) not exactly to reality, and then "correcting" these structures by supposing them to undergo a "perturbation", the nature of which may be indicated by auxiliary symbols. ...

It is a characteristic of tautomeric systems that forms exist which clearly correspond to separate molecular states, because each molecule spends the whole of its life partly in one form and partly in the other, and only a proportionately quite insignificant time in the actual process of transition. If, however, in any of the most typical cases of "resonance", we attempt to interpret resonance energy as a tautomerism of unperturbed states, the frequency of interchange which it is necessary to assume in order to account for the energy effect is often so great as to require that the molecules must occupy their time in changing, and cannot remain quiescent for significant periods in either of the assumed states; in other words, the term "state" loses its meaning in reference to the only states which this theory recognises. The assumed frequency of valency interchange is, indeed, of the same sort of magnitude as the frequencies which are attributable generally to combined electrons, aside altogether from valency resonance. There can be no physical distinction, therefore, between resonance vibrations and other electronic vibrations, and it follows that the unperturbed structures, in which the resonance vibrations are absent by assumption, are unreal: they are of the nature of intellectual scaffolding, and only the mesomeric state is real. The additional electronic energy associated with resonance naturally implies an altered wave function, but the reasons why we do not associate this energy difference with a definite frequency along a definite path are quite analogous to the reasons for not reverting to Bohr orbits in the description of molecular structures generally.

## Text 1. Berzelius: Einführung des Begriffs "organische Chemie"

Naturen har delat sig i tvenne stora, ganska skiljätiga hufvudklasser: i organisk och oorganisk. Begge hafva samma beståndsdelar, lyda samma frändskaper, och öfvergå genom dessa oupphörligt den ena i den andra. Den oorganiska naturen är sammansatt af ett mångfaldigare antal grundämnen, förenade på oräkneliga sätt, men sällan många tillsamman. Den organiska naturens urämnen äro deremot färre, men de ingå nästan alla tillsamman, eller åtminstone de flesta af dem, i hvar och en organisk kropp, och deras olika förenings-sätt är oändligt. ...

Den delen af Fysiologien, som beskriver de lefvande kropparnas sammansättning, med de i dem föregående kemiska processerna, kallas organisk Kemi. ... Fysiologien innefattar begge klasserna af organiska kroppar, växter och djur, och delas efter dem i Växt-fysiologi och Djur-fysiologi. Den kemiska delen af Djurfysiologien kallas Djur-kemi, och afhandlar de djuriska kropparnas sammansättning, med de i dem föregående kemiska processerna.

Text 2. Gmelin: Aufgabenbereich der organischen Chemie;  
Charakteristika organischer Verbindungen

Die organische Chemie beschäftigt sich vorzüglich mit den chemischen Verhältnissen der einzelnen nähern Bestandtheile des organischen Reichs; außerdem betrachtet sie auch die Zusammensetzung der aus diesen und den organischen Stoffen bestehenden Pflanzen und Thiere und ihrer Theile (chemische Botanik und Zoologie); und endlich die chemischen Veränderungen, welche in diesen Körpern, so lange sie unter der Botmäßigkeit der Lebenskraft stehen, vor sich gehen (chemische Physiologie). ...

Die organischen Verbindungen unterscheiden sich von den unorganischen durch Folgendes:

1) Alle unorg. Verb. lassen sich als binäre ansehen, nämlich als solche, die entweder nur aus einfachen Stoffen, oder aus binären Verbindungen einfacher Stoffe, oder binärer Verbindungen paarweise zusammengesetzt sind. ... Alle org. Verbindungen müssen als ternäre, quaternäre u.s.w. angesehen werden, d.h. als solche, in denen wenigstens 5 Stoffe unmittelbar vereinigt sind, ohne zuvor binäre Verbindungen eingegangen zu haben. ...

2) Es kommen in den org. Verbindungen gewöhnlich größere Zahlen von Mischungsgewichten vor, als in den unorganischen, und häufig gehen sämtliche Bestandtheile in die org. Verbindung zu mehr als einem M.G. ein, während die unorg. Verb. wenigstens einen Bestandtheil zu enthalten pflegen, der nur nach einem M.G. verbunden ist.

3) Während sich die unorg. Verbindungen größtentheils künstlich erzeugen lassen, so scheinen die org. nur ein Produkt der die Affinität leitenden Lebenskraft zu seyn, und nicht künstlich aus einfachen Stoffen und unorg. Verbindungen hervorgebracht werden zu können, wenn gleich die Kunst eine org. Verbindung in eine andre umwandeln kann.

### Text 3. Berzelius: Lebenskraft als Kennzeichen der "organischen Körper"

In der lebenden Natur scheinen die Elemente ganz anderen Gesetzen zu gehorchen, als in der todten, die Producte ihrer gegenseitigen Einwirkungen werden daher ganz anders, als in dem Gebiete der unorganischen Natur. Die Ursache dieser Verschiedenheit zwischen dem Verhalten der Elemente in der todten Natur und den lebenden Körpern zu entdecken, würde der Schlüssel zur Theorie der organischen Chemie sein. Sie ist indessen auf eine solche Weise verborgen, daß wir, wenigstens gegenwärtig, ohne alle Hoffnung sind, sie auszumitteln. Dessen ungeachtet müssen wir streben, dieser Kenntniß näher zu kommen; denn einmal wird es uns glücken, entweder sie ganz zu erreichen, oder bis an einer bestimmten Grenze stehen zu bleiben, über welche das menschliche Forschungsvermögen nicht weiter hinaus erstreckt werden kann. Ein lebender Körper,

als Gegenstand einer chemischen Untersuchung betrachtet, ist eine Werkstätte, in welcher eine Menge chemischer Prozesse vorgehen, deren Endresultat ist, alle die Erscheinungen hervorzubringen, deren Gesamtheit wir Leben nennen, und diese Werkstätte auf eine solche Art zu unterhalten, daß sie sich, so zu sagen, von einem Atome allmählich bis zur höchsten erreichbaren Vollkommenheit entwickelt, worauf sie wiederum zurückgeht. ...

Ein jeder organische Körper unterscheidet sich folglich von einem unorganischen darin, daß der erstere einen für uns bemerkbaren Anfang hat, sich entwickelt, abnimmt, aufhört und zerstört wird, während dagegen der unorganische vor uns da war, und beständig fortfährt so da zu sein, daß, in welche Verhältnisse er auch kommen mag, sein Wesen nicht vernichtet werden kann. ...

... Das Wesen des lebenden Körpers ist folglich nicht in seinen unorganischen Elementen begründet, sondern in etwas Anderem, welches die unorganischen, für alle lebende Körper gemeinschaftlichen Elemente zur Hervorbringung eines gewissen, für jede besondere Art bestimmten und eigenen Resultates disponirt.

Dieses Etwas, welches wir Lebenskraft nennen, liegt gänzlich außerhalb den unorganischen Elementen, und ist nicht eine ihrer ursprünglichen Eigenschaften, wie Schwere, Undurchdringlichkeit, elektrische Polarität u. a. m.; aber was es ist, wie es entsteht und endigt, begreifen wir nicht. ...

Die Kunst vermag nicht die Elemente der unorganischen Natur nach Art der lebenden Natur zu vereinigen; bei unseren Versuchen bringen wir nur binäre Vereinigungen und Zusammensetzungen derselben hervor. Sogar die lebenden Körper selbst können einen großen Theil von Materien nicht aus rein unorganischen Stoffen hervorbringen, sondern bedürfen dazu der Producte anderer lebender Körper als Material zu ihren Prozessen. ...

Wenn wir aber auch in Zukunft mehrere solche Producte, aus rein unorganischen Materien und von einer mit den organischen Producten analogen Zusammensetzung entdecken sollten, so ist doch diese unvollständige Nachahmung immer zu unbedeutend, als daß wir jemals hoffen könnten es zu wagen, organische Stoffe künstlich hervorzubringen, und, wie es in den meisten Fällen in der unorganischen Natur glückt, die Analyse durch die Synthese zu bestätigen.

## Text 4. Wöhler: Synthese des Harnstoffs

In einer früheren kleinen Notiz, die in dem III. Bande dieser Annalen abgedruckt ist, habe ich angegeben, daß beim Einwirken von Cyan auf flüssiges Ammoniak, außer mehreren anderen Producten, auch Oxalsäure und eine krystallisirbare weiße Substanz entstehe, welche letztere bestimmt kein cyansaures Ammoniak sey, welche man aber dessen ungeachtet immer erhalte, so oft man versuche, z.B. durch sogenannte doppelte Zersetzung, Cyansäure mit Ammoniak zu verbinden. Der Umstand, daß bei der Vereinigung dieser Stoffe dieselben ihre Natur zu verändern schienen und dadurch ein neuer Körper entstände, lenkte von Neuem meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand, und diese Untersuchung hat das unerwartete Resultat gegeben, daß bei der Vereinigung von Cyansäure mit Ammoniak Harnstoff entsteht, eine auch in sofern merkwürdige Thatsache, als sie ein Beispiel von der künstlichen Erzeugung eines organischen, und zwar sogenannten animalischen, Stoffes aus unorganischen Stoffen darbietet. ...

Ich enthalte mich aller der Betrachtungen, die sich in Folge dieser Thatsache so natürlich darbieten, besonders in Beziehung auf die Zusammensetzungs-Verhältnisse organischer Stoffe, in Beziehung auf gleiche elementare und quantitative Zusammensetzung bei Verbindungen von sehr verschiedenen Eigenschaften, wie es unter anderen von der Knallsäure und Cyansäure, von einem flüssigen Kohlenwasserstoff und dem ölbildenden Gase, angenommen wird, und es muß erweiterten Erfahrungen über mehrere ähnliche Fälle überlassen bleiben, welche allgemeinen Gesetze sich davon ableiten lassen.

## Text 5. Kolbe: Totalsynthese der Essigsäure

Faßt man die im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen über die Bildung der Chlorkohlenoxalessigsäure zusammen, so ergibt sich daraus die interessante Thatsache, daß die Essigsäure, welche bisher nur als Oxydationsproduct organischer Materien bekannt gewesen ist, auch durch Synthese aus ihren Elementen fast unmittelbar zusammengesetzt werden kann. Schwefelkohlen-

stoff, Chlorkohlenstoff und Chlorkohlenoxalsäure sind die Glieder, welche in Verbindung mit Wasser den Uebergang des Kohlenstoffs in Essigsäure vermitteln. Gelänge es einmal, die Essigsäure in Alkohol zurückzuführen und aus letzterem Zucker und Amylum wieder zu gewinnen, so wären wir offenbar im Stande, diese allgemeinen Bestandtheile des Pflanzenreichs auf sogenanntem künstlichen Wege aus ihren entferntesten Bestandtheilen zusammenzusetzen.

Text 6. Kolbe: Organische Chemie als Chemie der Kohlenstoffverbindungen; Abgrenzung zur physiologischen Chemie

Wenn man übrigens die Erfahrung zu Hülfe nimmt, dass alle Verbindungen organischen Ursprungs Kohlenstoff enthalten, so kann man die organische Chemie als die Chemie der kohlenstoffhaltigen zusammengesetzten Radicale definiren, wodurch die genannten kohlenstofffreien zusammengesetzten Radicale der unorganischen Chemie, der sie angehören, wieder anheimfallen.

Gmelin bezeichnet in seinem Handbuch als Gegenstand der organischen Chemie die Kohlenstoffverbindungen, welche mehr als ein Aequivalent Kohlenstoff enthalten. Da indess eine natürliche Grenze zwischen organischen und unorganischen Verbindungen überhaupt nicht existirt, und nicht mehr angenommen werden kann, seitdem man weiß, dass beide den nämlichen Verbindungsgesetzen unterworfen sind, und da demnach, wenn man sie scheiden will, eine künstliche und willkürliche Grenzlinie gezogen werden muss, so erscheint es am einfachsten, die organische Chemie geradezu die Chemie der Kohlenstoffverbindungen zu nennen, und nur einige wenige nämlich die einfachsten Kohlenstoffverbindungen: Kohlen-säure, Kohlenoxyd, Chlorkohlenoxyd, Schwefelkohlenstoff und Carba-minsäure aus Gründen der Zweckmäßigkeit der unorganischen Chemie zu überweisen.

Es hat demnach, wie man auch die organische Chemie gegenwärtig definiren möge, das Wort "organisch" seine ursprüngliche Bedeutung verloren, und würde gewiss schon längst nicht mehr gebräuchlich seyn, wenn es sich nicht in der Wissenschaft eingebürgert

hätte. Man mag deshalb immerhin die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, oder der kohlenstoffhaltigen zusammengesetzten Radicale, organische Chemie nennen, wenn man sich nur von dem Vorurtheil frei macht, als stände das eigentliche organische Leben mit dem Gegenstande der organischen Chemie in nothwendiger Beziehung. Was man früher als die Aufgabe der organischen Chemie betrachtete, ist gegenwärtig die der physiologischen Chemie geworden. Man hat deshalb streng zu unterscheiden zwischen organischen Körpern im obigen chemischen Sinne, und denen, welche den Gegenstand der Physiologie ausmachen. Dem Physiologen haben diese Worte nur insofern eine Bedeutung, als damit ein Product, erzeugt durch den Organismus der lebenden Wesen bezeichnet wird; dem Chemiker kommt es auf den Ursprung weniger an, als auf die chemische Natur derselben. Die Frage nach der Constitution der chemischen Verbindungen, gleichgültig welchen Ursprungs sie sind, oder welche Verwendung sie finden, steht für diesen zunächst im Vordergrunde.

Text 7. Gerhardt: Einbeziehung der Synthese in die Definition der organischen Chemie; Unterscheidung zwischen "organischen Substanzen" und "organisierten Substanzen"

La chimie organique s'occupe de l'étude des lois d'après lesquelles se métamorphosent les matières qui constituent les plantes et les animaux; elle a pour but la connaissance des moyens propres à composer les substances organiques en dehors de l'économie vivante. ...

La chimiste ne se borne pas à étudier les composés organiques qui s'extraient directement des parties végétales ou animales; appelant à son aide les agents dont l'usage lui est familier, les acides énergiques, les alcalis, le chlore, le feu, l'électricité même, il métamorphose de mille manières les produits de la végétation et de la vie animale, il y introduit des éléments nouveaux, et il arrive ainsi à créer lui-même des composés nombreux et variés dont la nature n'offre souvent aucun exemple. Le chlore, le brome, l'iode, la plupart des métaux, l'arsenic, l'antimoine, l'étain, ainsi associés par lui aux éléments organiques, donnent naissance à des combinaisons extrêmement remarquables. ... Les combinaisons naturelles et les

produits factices de nos laboratoires sont les anneaux d'une même chaîne que les mêmes lois tiennent rivés les uns aux autres, comme le prouvent surabondamment les nombreuses reproductions dues à la science moderne. ...

Certes ces exemples, qui'il serait aisé de multiplier, démontrent bien l'identité des lois d'attraction auxquelles sont soumis les produits factices et les produits naturels; il n'y a de différence que dans les moyens employés pour leur réalisation, que dans les conditions mises en oeuvre par l'art et par la nature pour la manifestation des affinités chimiques. Mais est-ce à dire que l'organisme des plantes et des animaux soit une espèce de laboratoire où se façonnent les divers appareils nécessaires aux fonctions vitales, en vertu de simples réactions chimiques que nous pourrions un jour copier ou imiter? ...

Jamais le chimiste ne saura produire dans sa laboratoire, ni un muscle, ni un nerf, ni une feuille, ni une fleur, ni la plus légère fibre; car, à supposer même qu'il apprenne à composer toutes les matières qui constituent les muscles, les nerfs, les feuilles, les fleurs, les fibres végétales, il manquera toujours de la libre disposition de cet agent inconnu qui coordonne ces matières en organes doués de vie, c'est-à-dire doués d'un mouvement propre, différent de celui qu'impriment à la matière les attractions chimiques.

Il faut donc, dans l'étude des êtres vivants, distinguer deux catégories de substances: les substances organiques et les substances organisées. Les substances organiques présentent, comme les combinaisons minérales, une composition définie et des caractères déterminés; elles sont le plus souvent susceptibles de cristalliser, ou, quand la chaleur les volatilise sans altérer, elles ont un point d'ébullition constant sous une pression donnée; elles constituent donc des espèces chimiques, des principes immédiats. Le sucre, le ligneux, l'urée, la quinine, sont de ce nombre; l'étude de leurs transformations appartient tout entière à la chimie. Il n'en est pas de même des substances organisées, comme le sang, la chair, les feuilles, les fleurs: ce sont de simples mélanges de substances organiques, mélanges dont la composition est rarement constante, et qui se modifient de la manière la plus variée, suivant<sup>le rôle</sup> qu'ils sont appelés à jouer<sup>dans</sup> l'éco-

nomie vivante. Ces mélanges ne présentent pas de forme cristalline, comme la plupart des espèces chimiques qu'on en peut extraire, mais ils ont généralement l'aspect de globules dont la disposition n'offre rien de régulier. ...

Dans la langage usuel, on confond souvent la chimie organique, telle que nous la concevons comme science primordiale, avec la chimie physiologique, c'est-à-dire avec l'ensemble des connaissances que la chimie offre à l'étude des phénomènes de la végétation et de la vie animale: c'est comme si l'on identifiait la minéralogie ou la géologie avec la chimie, à laquelle elles empruntent des lumières, ou l'astronomie avec la géométrie, qui lui sert d'instrument.

Nous éviterons une semblable confusion, pour n'appliquer le nom de chimie organique qu'à cette partie de la science humaine qui s'occupe de métamorphoser les substances organiques, c'est-à-dire de composer les substances organiques avec d'autres substances.

#### Text 10. Kekulé: Klassifikation der organischen Verbindungen

Wenn in die zahlreichen Thatsachen der organischen Chemie einige Uebersichtlichkeit gebracht werden soll, so ist es nöthig, dieselben in systematischer Ordnung abzuhandeln. Der Hauptzweck einer jeden Classification ist stets die Uebersichtlichkeit. Aber das System muss gleichzeitig die etwas schon bekannten Gesetzmässigkeiten oder die Regelmässigkeiten und Analogieen, in welchen später vielleicht Gesetzmässigkeiten aufgefunden werden können, besonders hervortreten lassen; es muss die zahlreichen Beziehungen, welche die einzelnen Körper und Körpergruppen untereinander verknüpfen, genügend hervorheben; es muss, mit einem Wort, schon durch die Stellung der Körper im System ein gewisses Bild von ihrer Natur geben. Macht das System dabei noch auf Lücken in der damaligen Erkenntniss der Thatsachen aufmerksam; deutet es durch die Art der Classification die Existenz dermalen noch unbekannter Körper an; lässt es durch den Platz, den es diesen Körpern anweist, ihre Eigenschaften, ihre Beziehungen und ihre etwaigen Bildungsweisen bis zu einem gewissen Grade voraus-

sehen; so leistet es Alles, was man billigermassen von einem System verlangen kann. ...

Man kann nun ~~Man kann nun~~ bei einer Classification der organischen Verbindungen nach den rationellen typischen Formeln entweder nach den Radicalen ordnen, also diejenigen Körper zusammenstellen, die dasselbe Radical enthalten, aber verschiedenen Typen zugehören, dann wird wesentlich den genetischen Beziehungen Rechnung getragen; oder man kann die Körper zu Gruppen zusammenfassen, welche demselben Typus zugehören; aber verschiedene Radicale enthalten, man berücksichtigt dann wesentlich die chemische Function. Um die organischen Verbindungen vollständig zu charakterisiren und eine möglichst allseitige Kenntniss ihrer zahllosen Beziehungen zu vermitteln, ist es nothwendig, sie nach beiden Methoden zusammenzustellen. ...

In dem speciellen Theil dieses Lehrbuchs werden also die organischen Verbindungen im methodischer Reihenfolge abgehandelt. Bei dieser Classification benutzen wir:

I. Das ... Verhältniss der Anzahl der Kohlenstoffatome zu der Summe der übrigen Atome einer Verbindung. Wir theilen danach die organischen Verbindungen in drei grosse Klassen, von welchen die erste nach der allgemeinen Formel  $C_n H_{2n}$  zusammengesetzten Kohlenwasserstoffe und alle mit diesen in genetischer Beziehung stehenden Körper umfasst. Die zweite Klasse umfasst die kohlenstoffreichen Substanzen, also die nach der Formel:  $C_{n+3} H_{2n}$  zusammengesetzten Körper, nebst allen ihren Verwandten. Die dritte endlich den Kohlenwasserstoff:  $C_{n+6} H_{2n}$  nebst seinen zahlreichen Abkömmlingen.

II. Die Basicität der Radicale. Wir machen also innerhalb jeder der drei Hauptklassen Unterabtheilungen, von welchen die erste die Verbindungen einbasischer Radicale, die zweite die zweibasischen Radicale und ihre Verbindungen, die dritte die Verbindungen der dreibasischen Radicale enthält etc.

III. Innerhalb der so erhaltenen Gruppen werden zunächst die Verbindungen derjenigen Radicale zusammengestellt, die nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthalten. Die weiteren Gruppen umfassen dann die Verbindungen derjenigen Radicale, welche sich aus den

ersteren durch Eintritt von Sauerstoff an die Stelle von Wasserstoff herleiten lassen; und zwar enthält die nächste die Verbindungen der Radicale, die aus den nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthaltenen durch Eintritt von 1 Atom  $\Theta$  an die Stelle von 2 Atom H entstehen; die folgende die Verbindungen derjenigen Radicale, bei welchen 4 Atome H des Kohlenwasserstoffradicals durch 2 Atome  $\Theta$  vertreten sind etc.

IV. In jeder dieser Gruppen, die nur noch die Verbindungen homologer Radicale enthält, werden dann zunächst die Verbindungen der einfachsten Radicale abgehandelt, an diese reihen sich dann die Verbindungen der um  $\text{CH}_2$ , 2  $\text{CH}_2$  ... n  $\cdot$   $\text{CH}_2$  reicheren Radicale an.

#### Text 9. Tiemann: Benennung organischer Verbindungen nach der Genfer Nomenklatur

I. Neben den gebräuchlichen Bezeichnungen soll für jede organische Verbindung ein offizieller Name eingeführt werden, welcher gestattet, die betreffende Verbindung an einer bestimmten Stelle der Register und chemischen Handwörterbücher aufzufinden. Um eine derartige Registrirung zu erleichtern, werden die Verfasser chemischer Abhandlungen gebeten, in Zukunft neben den von ihnen gewählten Bezeichnungsweisen die officiellen Namen in Parenthese anzuführen. ...

III. Die Endsilbe "an" dient zur Bezeichnung der gesättigten Kohlenwasserstoffe. ...

V. Die Kohlenwasserstoffe mit verzweigter Kette werden als Abkömmlinge der normalen Kohlenwasserstoffe betrachtet. Die Namensbildung geschieht in diesem Falle, indem man dem Namen des längsten normalen Kohlenwasserstoffs, welcher sich in dem Kohlenwasserstoff mit verzweigter Kette annehmen lässt, die Bezeichnung des in der Seitenkette vorhandenen Kohlenwasserstoffrestes vorsetzt. ...

VII. Die Stellung der Seitenketten wird durch Zahlen bezeichnet, welche angeben, mit welchen Kohlenstoffatomen der Hauptkette die Seitenketten verbunden sind. ...

XVIII. Die Namen der Alkohole und Phenole werden gebildet, indem man [an] den Namen der Kohlenwasserstoffe, von welchen sie sich ableiten, die Endung "ol" anhängt. ...

XXIII. Die Namen der Aldehyde werden gebildet, indem man den Kohlenwasserstoffen die Endung "al" hinzufügt. Die Thioaldehyde werden als Thiale bezeichnet. ...

XXIV. Die Ketone erhalten die Endung "on", die Polyketone werden als "di-", "tri-" und "tetrone" u.s.f. und die Thioketone als "Thione" bezeichnet. ...

XXVI. Die Namen der einbasischen Säuren der aliphatischen Reihe werden gebildet, indem man dem Namen der Kohlenwasserstoffe, von denen sie sich ableiten, die Endung "säure" anhängt. Die mehrbasischen Säuren sind als Di-, Tri-, Tetrasäuren u.s.f. zu bezeichnen. ...

LV. In den aromatischen Verbindungen wie in allen Körpern, welche Atomringe enthalten, werden die Seitenketten als substituierende Gruppen betrachtet. ...

LVI. Die Kohlenstoffatome des Benzolkerns werden von links nach rechts von 1 bis 6 numeriert. ...

LXII. Der Congress ersucht zum Schluss die Redactionen der grösseren chemischen Journale, sich über die Anwendung der in Genf beschlossenen Grundsätze der neuen chemischen Nomenclatur zu verständigen.